<36604339790018

<36604339790018

Bayer. Staatsbibliothek

~~Phys. gen. 335.~~
Jg. 1760³
Physica. Systemata & methodi
161.
Phys. g. 332 (1
R

Wolff sc. Erf.

Herrn Abts J. A. Nollet,

der königl. Akademie der Wissenschaften zu Paris, der königl. Societät zu London und des Instituti zu Bologna u. a. Mitgliedes, der Naturlehre und Naturgeschichte Hoflehrers für die königl. Prinzen, und der Experimental Physik öffentlichen Lehrers im navarrischen Collegio.

Vorlesungen

der durch Versuche bestätigten

Natur-Lehre,

aus dem Französischen nach der neuesten von dem Herrn Verfasser selbst durchgesehenen Pariser Ausgabe aufs neue ins Deutsche übersetzt und verbessert.

Mit Kupfern.

Erster Theil.

Erfurt,
verlegts Joh. Friedr. Weber, Univers. Buchhändler. 1773.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorbericht
des Uebersetzers dieser zweyten Ausgabe.

Da diese zur Ausbreitung der Kentniß der Natur ungemein dienliche Abhandlungen sich so, wie sie es verdienet, auch in Deutschland beliebt gemacht, daß der Verleger sich genöthiget siehet, auf eine neue Auflage des ersten Theils zu denken, so würde es der Achtung, die man den Freunden der Naturkunde schuldig ist, nicht gemäß gewesen seyn, wenn er in seiner ersten Gestalt wieder hätte erscheinen sollen. Wir finden daher nöthig anzuzeigen, daß es eine ganz neue Uebersetzung sey, welche von demjenigen herrühret, welcher den 6. 7. 8. und 9 Theil der nolletischen Naturlehre in deutscher Sprache geliefert hat.

Eine neue Uebersetzung war um so nöthiger, da weyland der Herr Verfasser seine neuen Ausgaben allezeit von neuem durchgesehen, und hie und da verbessert hatte. Wir haben daher diese neue Uebersetzung nach der dritten vom Herrn Verfasser selbst noch durchgesehenen Ausgabe verfertiget, die in die erstere teutsche Uebersetzung eingeschliche-

nen Fehler verbessert, und wo dort die lateinischen Kunstwörter beybehalten waren, mit üblichen deutschen verwechselt. Auch diejenigen Kupfer, so in der ersten Ausgabe des ersten Theils zur Verminderung des Preises weggelassen worden, erscheinen hier, ohne deswegen den Preis dieser Ausgabe zu erhöhen. Ueberdieß ist bey dieser den Liebhabern der Naturlehre auch die Bequemlichkeit verschaft worden, daß man allezeit am Rande angemerkt hat, wo in den Anweisungen der Versuch weiter erläutert oder die Werkzeuge dazu ausführlich beschrieben werden.

Das Urtheil davon überlassen wir billigen Kennern der Naturlehre, die zugleich der französischen und deutschen Sprache mächtig genug sind, von denen wir hoffen, daß sie unsere Bemühungen, die Urschrift richtig, deutlich und rein auszudrucken, nicht verkennen werden. Diese sind es, deren gegründete Erinnerungen wir uns mit Erkentlichkeit zu Nutze machen werden. An das Urtheil anderer aber, die nur tadeln, um etwas zu sagen, ohne einmal eine Vergleichung mit dem Französischen angestellt zu haben, werden wir uns im geringsten nicht kehren.

Der weise Schöpfer der Natur lasse auch diese Arbeit zur Ausbreitung seiner Erkentniß unter den Menschen zu ihrer Ueberzeugung von seiner hohen Weisheit, Macht, Güte und Vorsorge, und von seiner Erhaltung, und mithin zu ihrer Zufriedenheit, so wie zur Verschaffung immer mehrerer Bequemlichkeit und Hülfe im gemeinen Leben dienen, welches uns nicht wenig ermuntern wird, in dem angewendeten Fleiß bey dieser Arbeit fortzufahren.

Erfurt, den 5. Aug. 1772.

Seinen

Seiner

Königlichen Hoheit

dem

DAUPHIN.

Durchlauchtigster Herr,

Hätte ich die Abhandlungen der aus der Erfahrung hergeleiteten Naturlehre, die ich der Welt schriftlich mitzutheilen beschlossen, nachdem ich sie seit einigen Jahren her mündlich vorgetragen, wohl bey einer glücklichern Gelegenheit ihr vorlegen können, als diejenige ist, da es **Eurer königl. Hoheit** gefallen hat, solche mit **Dero** hohen Gegenwart und Aufmerksamkeit zu beehren? Bey Herausgebung dieses Werks habe ich jetzt nicht nöthig

den Nutzen seines Inhalts heraus zu streichen, noch die Wichtigkeit desselben zu zeigen; beydes ist erwiesen, seitdem Eure königl. Hoheit an diesem Gegenstand Geschmack gefunden, und derselbe von dem einsichtsvollen Rath, welchen Dero Bemühungen in Erkentniß der Wissenschaften anordnet, genehmiget worden. Ein solches Beyspiel würde, wo es nicht schon bekant wäre, die Welt belehren, daß die Erkentniß der natürlichen Wirkungen allen Ständen anstehe: man könnte daraus den Schluß machen, daß sie sich für jedes Alter schicke, wofern Dieselben in den andern Wissenschaften nur eine gewöhnliche Einsicht erlanget hätten, und wofern die Beweisthümer, welche Dieselben von einem frühzeitigen hohen Verstande gegeben haben, unbekannt wäre.

Seit

Seit zehen Jahren, so lange ich mir Mühe gegeben eine Schule für die Naturkunde zu errichten und in vollkomnern Stand zu setzen, ist mein Eifer bey einer so mühsamen Unternehmung durch nichts so sehr aufgemuntert und unterstützet worden als durch die angenehme Hofnung **Eurer königl. Hoheit** dereinst die Früchte derselben darzulegen. Meine Wünsche und meine Hofnung erreichen nunmehr ihren Zweck, da **Dero** Befehle mir hierzu den Beruf ertheilen.

Die gelehrte Welt, welche aus dieser Zuschrift mein Glück erfähret, wird ohne Zweifel mit Vergnügen wahrnehmen, daß, indem **Eure königl. Hoheit** sich meiner geringen Fähigkeiten bedienen, **Dieselben** mit **Dero** gnädigen Blicken eine Anstalt beehren, wel-

che sie mit ihrem Beyfall gebilliget, und jederman wird so wie ich selbst empfinden, wie glücklich ich sey, da ich eine so günstige Gelegenheit bekomme meinen Eifer zu üben, und ein öffentliches Zeugniß von der unveränderlichen Ergebenheit und von der tiefen Ehrfurcht darzulegen, mit welcher ich schuldigst Lebenslang verharren werde

Durchlauchtigster Herr,
Eurer königl. Hoheit

unterthänigster, gehorsamster
und getreuester Diener

J. A. Nollet.

Vor=

Vorrede des Verfassers.

Eine Wissenschaft, die nur unnütze Untersuchungen enthält, oder diejenigen, welche von einiger Wichtigkeit zu seyn scheinen, nur auf blose Wahrscheinlichkeiten einschränket, und indem sie auf angenommenen Lehrsätzen beruhet, gemeiniglich nur sehr wenigen Köpfen als nützlich vorkommt, wird uns selten einen Geschmack beybringen, und die Zeit kann nicht einmal ihre Gränzen erweitern, wo sie nicht den Inhalt derselben verbessert; weil die Wißbegierde, so uns angeboren wird, und allein unsere Aufmerksamkeit zu erwecken vermögend ist, uns natürlicher Weise zu dem Wahren leitet, und uns nicht leicht dabey erhalten kann, als wenn wir einigen Nutzen davon haben.

Die Geschichte der Naturlehre kann die Richtigkeit dieser Betrachtung darthun, wenn man

sich der grossen Veränderungen erinnert, die sie erfahren hat.

Zweytausend Jahr ohngefähr hat diese Wissenschaft fast in nichts anders bestanden als in einer unnützen Verknüpfung verschiedener auf einander gegründeten oder auch wohl oft einander entgegen gesetzten Lehrgebäude. Da sich jeder Weltweise berechtigt zu seyn glaubet, ein dergleichen Gebäu zu seinem Andenken aufführen zu dürfen, so haben sie sich bestrebet, solche auf den Schutt ihrer Vorgänger zu errichten; man hat von Zeit zu Zeit wahrgenommen, wie eine Wahrscheinlichkeit hundert andere vertilgete.

Dergleichen so oft wieder erneuerte Beyspiele konnten den Meynungen der Weltweisen freylich kein sonderlich Ansehen zu Wege bringen; der natürlichste Erfolg, den man daher erwarten mußte, und den sie auch gehabt haben, bestund darinnen, daß die Menschen in einem Mistrauen gegen die Lehrsätze der Naturkündiger erhalten wurden; und man darf sich gar nicht wundern, daß ihre Neugier durch Kenntnisse, wobey so viele Ungewißheit herrschte, nicht sonderlich gereizet wurde. Die unverständliche Sprache hat sie noch mehr zurück halten müssen. In diesen rohen Zeiten, da es schien, als ob die Wissenschaften sich ihres Zustandes schämten, und sich daher nicht getraueten öffentlich zum Vorschein zu kommen,

men, suchten diejenigen, welche dafür angesehen seyn wollten, als ob sie solche völlig inne hätten, etwas besonders in gewissen Ausdrücken, die doch nur lauter undeutliche Begriffe beybrachten, darunter die mehresten schlechterdings unverständlich waren für alle diejenigen, die sich noch nicht bequemet hatten damit zufrieden zu seyn. Anstatt der Erklärungen wurden gewisse leere Worte ohne Verstand beygebracht, die etwa unter Begünstigung eines berühmten Namens eingeführet worden, und die eine übel angebrachte Lehrbegierde in Aufnahme kommen lassen, dadurch jedoch ein vernünftiger Kopf zu keiner Einsicht gelangen konnte.

Endlich erschien die bis dahin so schlecht untersuchte und so wenig bekannte Naturkunde in völligem Lichte, und wurde je mehr und mehr beliebt, je nützlichere Entdeckungen sie machte, und je augenscheinlichere Wahrheiten sie vortrug, da sie sich ruhmen konnte, daß sie von jederman verstanden würde. Cartesius ihr erster Verbesserer ließ ihr, nachdem er sie aus der Finsterniß der Schulen, wo sie unter dem Ansehen des Aristoteles alt geworden, heraus gerissen, so zu reden nichts weiter als den Namen, den sie zu führen pflegte, und setzte sie in einen solchen Zustand, daß die nach und nach verbesserten Schulen selber nachher dasjenige, was sie neues erhalten hat, an-

genommen haben, und nun mit verständigen Worten vortragen.

Diese Verbesserung betraf hauptsächlich die Weise zu der Erkenntniß der Natur zu gelangen. Anstatt sie zu errathen, wie man bisher dem eignen Geständniß nach verfahren hatte, indem man ihr so viel besondere Absichten und Eigenschaften beygelegt, als sich Erscheinungen zur Erklärung darboten, fing man es nunmehr also an, daß man sie durch die Erfahrung kennen zu lernen suchte, daß man ihre Geheimnisse durch fortgesetzte und genau überlegte Beobachtungen ausforschte, und man machte sichs zum Gesetz, daß man nichts unter die Erkenntnisse rechnen wollte, als dasjenige, was augenscheinlich der Wahrheit gemäß zu seyn schien. Die neue Lehrart machte wirkliche Gelehrte; und da ihre Entdeckungen die Aufmerksamkeit und Neugier allenthalben rege machten, so sahe man gar bald Liebhaber von allerley Geschlecht und Stand hervor treten.

Der Geschmack an der Naturkunde, der nun fast allgemein geworden war, erregte den Wunsch, daß man die Grundsätze derselben für jederman faßlich einrichten möchte. Gar bald darauf sahe man Anfangsgründe in verschiedenen Sprachen zum Vorschein kommen, welche zu dem Ende das allgemeine Verlangen erfülleten. Die Wissenschaft aber, die sie abhandeln, wird von Tag zu

Tag

Tag vollkomner; der Entdeckungen werden immer mehr, die Fehler werden ausgebessert und die Zweifel aufgelöset; eben die Bewegursachen, welche dergleichen Anfangsgründe zu schreiben Veranlassung gegeben, müssen uns auch bewegen, dieselben von Zeit zu Zeit zu erneuren um diejenigen Vermehrungen, Verbesserungen und Erläuterungen mit einzurücken, woran denen nothwendig gelegen seyn muß, welche eine rühmliche Neugier auf das Wachsthum dieser Wissenschaft aufmerksam macht. Im übrigen ist es nützlich, dergleichen Werke nach der Einsicht und Fähigkeit derer einzurichten, für die man dieselben bestimmet: es sind mir vortrefliche Werke von dieser Art bekannt, welche in England, Holland und Deutschland grossen Nutzen stiften, die jedoch, wenn sie in unsere Sprache übersetzt worden wären, in Frankreich so viele Leser nicht möchten gefunden haben, weil die Grundsätze darinnen zu kurz abgehandelt worden, und weil, um sie zu fassen, eine gar zu anhaltende Aufmerksamkeit von denen erfodert wird, welche sich dadurch auf eine nützliche Weise ergötzen wollen; und weil man darinnen zu viel aus der Geometrie beygebracht hat, als Leute, die sich nicht blos dem Studiren gewidmet, davon einsehen.

Da ich ohngefähr vor fünf Jahren die Einladungsschrift zu meinen Vorlesungen über die

aus der Erfahrung zu bestätigende Naturlehre bekannt machte, so ertheilte ich Nachricht von der Art und Weise, wie ich dieselben eingerichtet, und von dem Fortgang, den sie seit ihrem Anfang gehabt. Damals legte ich der Welt dieses Werkgen als einen Entwurf (*) derer Materien vor, die ich mir vorgenommen hatte in einem wichtigern Werke beyzubringen, das ihr geliefert werden sollte, wofern sie mir ihren Beyfall noch ferner ertheilen würde, und ich mir schmeicheln dürfte, daß meine Vorlesungen noch nach ihrem Geschmack wären. Diese Bedingung ist weit über meinen Wunsch erfüllet worden: da ich sie voraus setzte, so war sie ein Bewegungsgrund und zugleich eine Fürschrift, die ich meinem Fleiß fürschrieb; aber damals sahe ich nicht weiter als nur nahe um mich herum; aufmerksam auf das Urtheil, welches man von meinen Bemühungen und ihrem Fortgang fällen würde, hatte ich meine Absichten nicht weiter als auf die Stadt Paris gerichtet. Ich vermuthete nicht, daß meine wenige Fähigkeit jenseit der Alpengebirge bekannt werden würde (**), und daß ich die Ehre haben würde

(*) S. das Programma oder den allgemeinen Entwurf eines Cursus physici in der Vorrede p. XXXIII.

(**) Im Jahr 1739. wurde ich an den Hof zu Turin berufen, allwo ich mich fast ein halbes Jahr aufhielt, um

würde, solche an einem auswärtigen Hof zu üben.

Ich bildete mir auch nicht ein, daß meine errichtete Schule in unsern Landschaften von den vereinbarten gelehrten Gesellschaften, von den hohen Schulen, ja auch so gar von Akademien nicht nur Beyfall erhalten, sondern gar nachgeahmet werden würde (*). Endlich hatte ich mir auch

um Sr. Königl. Hoheit, dem Herzog von Savoyen in der Naturlehre Unterricht zu geben. Nachher ließ der König alle Werkzeuge, so ich mitgebracht hatte, bey der hohen Schule beybehalten, damit die öffentlichen Lehrer sich deren in Zukunft bedienen könnten zum ferner fortzusetzenden Unterricht in der durch Versuche zu erklärenden Naturlehre.

(*) Seitdem ich meine Einladungsschrift bekannt gemacht, hat man in verschiedenen Collegien der Herren Patrum Oratorii, der christlichen Lehre und von St. Lazarus die Gewohnheit eingeführet, die Beweise aus der Erfahrung bey ihren öffentlichen Uebungen mit beyzubringen.

Die hohe Schule zu Rheims bedienet sich eben derselben, und ich habe eine Sammlung von Werkzeugen dahin geschicket, die schon sehr ansehnlich ist.

Die königliche Akademie der Wissenschaften und freyen Künste zu Bourdeaux hat auch ein schönes Cabinet von zur Naturlehre gehörigen Kunstwerken und Werkzeugen angeleget, und dieselbe hat mir die Ehre erwiesen mir die Veranstaltung desselben aufzutragen.

keine Rechnung gemacht, daß unsere Prinzen (*
meine Vorlesungen mit ihrer Gegenwart und Au
merksamkeit beehren und gnädigst geruhen wü
den, ihren Beyfall mit der Genehmigung der ge
lehrten Welt zu vereinigen, und daß der Versuch
den sie mit meiner Lehrart zu machen beliebten
mir endlich die Ehre zu Wege bringen werde, vo
den Augen und zum Nutzen Sr. Königl. Hohei
des Dauphin zu arbeiten. Dieser letzte Vorthe
erregte meinen Eifer ungleich mehr, wiewohl ic
mir dazumal mehr wünschte als ich mir zu hoffe
getrauete.

Diese Begebenheiten, die ich hier nicht au
Ruhmräthigkeit anführe, ob sie gleich leicht da
zu verleiten können, überzeugen mich einige
Maassen von dem glücklichen Fortgang meine
Unternehmens und von dem fernern gütigen Bey
fall gegen dasselbe. Um demnach das Verspre
chen zu erfüllen, dazu ich unter dieser Bedin
gung mich anheischig gemacht, habe ich jetzt die
ses Werk an das Licht stellen wollen. Ich brau
che mich nicht zu entschuldigen, daß ich den Druc
dessel

(*) Im Jahr 1738. geruheten Se. Durchlaucht, de
Herzog von Penthievre, meinen Vorlesungen über di
Naturlehre sehr fleißig und aufmerksam beyzuwohnen;
wenige Zeit hernach hatte ich die Ehre dergleichen zu
Versailles für Se. Durchlaucht, den Herzog von Char
tres, bey dem Beschluß Dero Studirens zu halten.

desselben fünf Jahr aufgehalten; sollte ich deshalber einigen Vorwurf zu befürchten haben, so möchte es deswegen seyn, daß ich dasselbe noch zu frühzeitig heraus gegeben habe; denn wofern es so beschaffen ist, wie ich es wünsche, so werden diejenigen, für die ich es bestimme, mit mir nicht unzufrieden seyn, daß ich so viel Zeit darauf gewendet, als erfodert wurde, um es zu ihrem Gebrauch gehörig einzurichten.

Die Aufschrift des Werks zeigt seinen Inhalt genugsam an; es sind nämlich meine Vorlesungen, wie ich sie seit neun Jahren her vor solchen Versammlungen zu halten pflege, welche zusammen kommen, um sie gemeinschaftlich anzuhören. Ich setze allezeit voraus, daß die wenigsten darunter im Stande seyn mögen, die algebraischen und geometrischen Ausdrücke, ingleichen einige weitere Erläuterungen zu verstehen, welche sich allzu weit über die ersten Grundsätze erstrecken. Ich halte auch dafür, der daraus zu erwartende Nutzen werde denen ohnehin nicht zu Statten kommen, welche nur einen Anfang in dieser Wissenschaft zu machen oder ihr nur einige zu ihrem Vergnügen bestimmte Stunden auf diese Bemühung zu wenden gedenken, damit ihren nöthigern nach ihrem Stande oder nach ihrem Geschmack zu wählenden Geschäften nichts entzogen werde. Aus dieser Ursache bin ich mehr besorgt mich ver-

 ständ-

ständlich auszudrucken, als wegen des mir zu ma
chenden Vorwurfs, daß ich die in den Wissen
schaften eingeführten Kunstwörter verabsäumet
und bemühe mich so zu reden und zu schreiben, wi
es schon vor mir viele Schriftsteller gethan, di
unter die guten gezählet werden, und deren Wer
ke mehrentheils jederman in die Hände gegebe
werden können.

Es ist dieß aber nicht darum geschehen, al
ob ich gegen diejenigen Redensarten nicht die ge
hörige Achtung hätte, welche in der That genaue
bestimmt, kürzer gefaßt und so beschaffen sind, da
man in den Stand gesetzet wird, einem grosse
Theil derer Erkenntnisse, die den Gegenstand vo
meinen Vorlesungen ausmachen, weiter nachzu
forschen; ich bediene mich vielmehr derselben selb
mit grossen Nutzen, wenn ich besonders mit Pe
sonen zu thun habe, welche Willens sind, die Na
turkunde gründlicher zu erlernen, und durch di
Meßkunst dazu vorbereitet sind: weil ich aber au
die grössere Anzahl meiner Leser sehe, so habe ic
es nicht für dienlich erachtet, solche Berechnunge
und weitläufige Untersuchungen in dieses Wer
mit einzuflechten, deren sie schlechterdings übe
hoben seyn können, und die von ihnen mehr An
strängung und Uebung erfodern, als man vo
ihnen erwarten kann oder darf; ich habe solch
lieber für besondere Bände aufbehalten wollen

di

die ich künftig als Zusätze und unter der Aufschrift von Anmerkungen heraus geben könnte.

Ohnerachtet ich nun zwar keinen Ausdruck aus der Algebra, und kein Zeichen aus der Geometrie gebraucht habe, um diejenigen Leser damit zu verschonen, denen diese Sprache nicht geläufig seyn möchte, so habe ich jedoch dergleichen Behutsamkeit nicht so weit getrieben, daß ich mich gänzlich des Gebrauches dieser eingeführten Kunstwörter enthalten hätte; ich habe meine Ausdrücke nach denen eingerichtet, welche durchgängig eingeführt sind, damit die Durchlesung meines Werkes zu einer Einleitung dienen möge, wenn man andere Abhandlungen der Naturlehre durchlesen will; ich bin jedoch besorgt gewesen, dergleichen Kunstwörter mit Cursivschrift zu unterscheiden, wenn ich solche zum erstenmal gebraucht habe, und sie zu beschreiben, und so kurz als es möglich gewesen, zu erklären. Um auch den Unterricht durch allzu häufige Beschreibungen, die vielen nichts nützen würden, nicht zu unterbrechen, so habe ich vorn vor diesen ersten Band ein kleines Wörterbuch und eine Kupfertafel voran gesetzt, worinnen die Anfänger die Erklärung der in diesem Werke befindlichen Kunstwörter, die ich als solche angesehen habe, welche den mehresten bekannt seyn müßten, antreffen werden.

Vorrede

Ich trete hier nicht unter der Fahne eines gewissen Weltweisen auf: weder des **Cartesius**, noch des **Newton**, noch des **Leibnitz** Naturlehre ist es, der ich besonders zu folgen mir vorgesetzet habe; sondern es ist vielmehr ohne einigen persönlichen Vorzug und ohne Unterschied einiges Namens diejenige, welche aus einer allgemeinen Uebereinstimmung und aus vollkommen berichtigten Erfahrungen gründlich ausgeführet worden. Da ich gegen diejenigen grossen Männer Hochachtung ja auch Dankbarkeit hege, welche uns ihre Gedanken mitgetheilet und uns mit ihren Entdeckungen bereichert haben, sie mögen zu einer Nation gehören, und zu einer Zeit gelebt haben, zu welcher sie wollen, so bewundere ich ihre Scharfsinnigkeit bis auf ihre Fehler, und achte es für meine Schuldigkeit ihnen die gebührende Ehre zu erweisen; jedoch nehme ich auf ihr Wort nichts an, wofern es nicht durch die Erfahrung bekräftiget oder gehörig bewiesen ist. In der Naturlehre muß man keinen Sclaven des Ansehens abgeben; noch vielweniger muß man sich gegen seine eignen Vorurtheile also bezeigen, sondern die Wahrheit allenthalben annehmen, wo sie sich zeiget, und das Ansehen nicht haben wollen, zu Paris einen Anhänger des **Newton** und zu Londen einen Schüler des **Cartesius** vorzustellen.

Um

Um nun die in meinem Titul angezeigten Schranken desto weniger zu überschreiten, so habe ich mich enthalten der verschiedenen Lehrgebäude Erwähnung zu thun, welche von der Art der Zusammensetzung des Weltgebäudes errichtet worden, und worinnen weder die alten noch die neuern überein stimmen. Ob man schon in Ansehung aller dieser Bemühungen der Einbildungskraft, welche größtentheils dem menschlichen Verstand zu keiner sonderlichen Ehre gereichen, darunter das beste etwa für eine sinnreiche Möglichkeit gehalten werden mag, in einer gänzlichen Unwissenheit bleiben könnte, so muß man doch wenigstens eine Erkenntniß von denen haben, welche den größten Beyfall gefunden, und ich würde hier gern die Meynungen des Cartesius und des Newton hiervon anführen, wofern mir nicht ein gewisser Schriftsteller zuvor gekommen wäre, dessen Werk (*) in jedermans Händen ist, der diesen Inhalt mit eben der Annehmlichkeit abgehandelt hat, die man in allen seinen Schriften antrift.

Um auch ferner nur eine in die Sinne fallende und auf Erfahrungen gegründete Naturlehre zu liefern, lasse ich mit Fleiß alle methaphysische Fragen weg, die einiger Maassen mit den abzuhandelnden Sachen in Verbindung stehen möchten. Sollte ja jemand dasjenige noch zu ersetzen

(*) Geschichte des Himmels 2. B.

begierig seyn, was ich wohlbedächtig weggelassen habe, der wird die Werke des P. Malebranch mit vielem Vergnügen lesen können, und vor nehmlich diejenige, welche die Aufschrift, die Untersuchung der Wahrheit, führet.

Ich habe mich bey Aufsetzung meiner Vorlesungen eben derjenigen Lehrart bedienet, die ich bey dem mündlichen Vortrag derselben zu gebrauchen pflege. Bey einer jeden Materie erwähle ich das nützlichste, das neueste, und was nach meinem Bedünken sich am leichtesten durch Versuche beweisen lässet. Ich erkläre die abzuhandelnde Sache so genau und so kurz, als es möglich ist, ich gehe auf den Ursprung derselben zurück, und zeige zugleich diejenigen Schriftsteller an, welche so viel als ich weiß, dieselbe am besten abgehandelt haben: darauf beweise ich solche durch gewisse Veranstaltungen, deren Einrichtung ich erkläre, so daß ich sorgfältig alles dasjenige dabey weglasse, was nicht dazu gehöret, um die Aufmerksamkeit nicht zu stören. Endlich wende ich entweder die abgehandelte Sache oder die Erfahrungen, die ich zum Beweis gebraucht habe, auf alles dasjenige an, was dahin gehöret bey den Erscheinungen der Natur, bey den Arbeiten der Künste, bey denen Kunstwerken, die zur Bequemlichkeit des gemeinen Lebens am meisten gebraucht werden. So habe ich es allezeit gehalten vom

Anfang

Anfang meiner Vorlesungen an; und ob ich gleich hierbey mich geflissentlich nach dem allgemeinen Geschmack zu richten gesucht, so habe ich dennoch nichts bemerket, das mich bewegen können, diese Ordnung zu ändern, vielmehr ist es mir so vorgekommen, als ob ich den mir vorgesetzten Endzweck völlig erreichet hätte. Es dünkte mich, als ob ziemlich abgezogene Grundsätze, die man ohne eine mühsame Uebung auf einander nicht wohl fassen mögen, sich dem Verstand weit leichter einprägen liessen, wenn man dazwischen wichtige Erfahrungen vortrage, welche uns dringen, die Wahrheit und den Nutzen derselben einzusehen.

Bey der Eintheilung der Materien, die man als den Grund dieses Werkes anzusehen hat, bin ich besonders bemühet gewesen, diejenigen unter einerley Aufschrift zusammen zu bringen, welche einen nothwendigen Zusammenhang mit einander haben, und habe diejenigen Sätze zuerst abgehandelt, welche leichter zu verstehen sind, und welche die Grundsätze abgeben sollen, um die andern daraus begreiflich zu machen. Ob man also schon eigentlich eine jede Vorlesung besonders vor sich nehmen kann, und die wenigsten derselben eine Verbindung mit einander haben, so wollte ich doch dem Leser anrathen, welcher sie desto leichter und mit Nutzen nach einander durchgehen will, daß er solche in derjenigen Ordnung, wor-

innen

innen sie geschrieben sind, durchsehe, weil er in den ersten solche Begriffe antreffen wird, die in den folgenden ihm zu statten kommen können.

Die Erfahrungen, deren ich mich zum Beweis meiner Sätze bediene, sind weder so zahlreich noch so neu, als sie wohl seyn könnten. Diejenigen, welche den Vorrath von meinen Werkzeugen gesehen, indem sie meinen Vorlesungen beygewohnet, möchten sich vielleicht wundern, wenn sie nur einige von denen, welche sie in meiner Kunstkammer gesehen haben, auf den Kupfertafeln dieses Werks antreffen; ich muß daher billig die Beweggründe anzeigen, die mich veranlasset, dasjenige zurück zu lassen, was man vielleicht noch weiter verlangen möchte, wofern ich diese Bände für eine Sammlung von meinen Beweisen ausgäbe.

Seitdem ich in der auf Erfahrung gegründeten Naturlehre Unterweisung gebe, so habe ich wohl einsehen lernen, daß das allersicherste Mittel, Aufmerksamkeit zu erregen und die Vorstellungen geschwind zu erwecken, darauf ankomme, daß man nach dem Ausspruch eines berühmten Dichters (*) durch sinnliche Anstalten gleichsam die Augen anrede. Dieser Wahrheit zu Folge habe ich mich mit gewissen Maschinen versehen, die ich selbst

(*) *Segnius irritant animos demissa per aures*
Quam quae sunt oculis subjecta fidelibus.
HORAT. de Arte Poët.

selbst erfunden, um meine Gedanken solchen Personen begreiflich zu machen, die nur eine sehr seichte Erkenntniß von den Wissenschaften besitzen, und um ihnen desto leichter und geschwinder gewisse Begriffe beyzubringen, ohne welche man die wahre Beschaffenheit einer abzuhandelnden Sache oder die Beweise nicht einsehen würde, die die Theorie derselben festsetzen. Da aber dergleichen Mittel ausser dem Gebrauch selbst, den man davon macht, keinen Nutzen haben, und die Theile, daraus solche bestehen, nichts vorstellen, wenn sie nicht in Bewegung sind; so würde man die Abbildung oder die Beschreibung derselben ganz vergeblich geliefert haben; es würden der ohnedem schon ziemlich zahlreichen Kupfertafeln ohne einigen Nutzen noch mehr gemacht werden müssen.

Eine andere Ursache, warum ich nicht alles, was man in meiner Schule erblicket, in diesem Werke vorgestellet habe, bestehet darinnen, weil ich nicht für nöthig erachtet, mehr Versuche hinein zu bringen, als erforderlich waren, die darinnen enthaltene Lehre gründlich zu beweisen. Ich habe dieses schon an einem andern Ort gemeldet (*), daß ich nie Willens gewesen, aus meinen Vorlesungen ein blos zum Zeitvertreib angestelltes Schauspiel zu machen, allwo man ohne gewisse

(*) In der Einladungsschrift oder dem allgemeinen Entwurf eines Cursus physici, Vorr. S. X.

gewisse Absicht und ohne Wahl eine grosse Menge Versuche wiederholen siehet die nur allein die Augen zu beschäftigen vermögend sind. Ich glaube vor andern in Frankreich im Stande zu seyn, neugierige Personen mit allerley Maschinen, damit ich versehen bin, zu vergnügen: man würde mir aber eine schlechte Gefälligkeit erweisen, wenn man nur in der Absicht zu mir kommen wollte, um Versuche anstellen zu sehen; ich vermuthe allezeit von meinen Zuhörern eine vernünftigere Neugierigkeit. Derowegen brauche ich unter allen Erfahrungen, die ich zum Beweis eines jeden Satzes beyzubringen im Stande bin, niemals mehr als nur eine dazu hinlängliche Anzahl; bey dieser sparsamen Einrichtung gewinne ich Zeit zu nöthigern Dingen, und setze mich in den Stand meine Beweise auf eine für diejenigen Personen angenehme und nützliche Weise zu verändern, welche meine Vorlesungen mehrmal besuchen. Eben darauf habe ich auch meinen Bedacht beym schriftlichen Aufsatz genommen; ich habe zu verhüten gesucht, daß der Leser nicht von einer überflüßigen Menge von Anstalten verblendet werden, noch die fest zu setzende Lehre aus der Acht lassen möge: indem ich ihm der Aufmerksamkeit würdige Versuche vorgeleget, so habe ich ihm solche Beweise vor Augen gestellet, welche seine Erkenntniß noch mehr befestigen sollen. Mit einem Wort

es ist so wohl bey Eröfnung meiner Schule für jederman als auch bey Uebergebung meiner schriftlichen Vorlesungen meine Absicht nie eine andere als diese gewesen, daß man darinnen eine völlige Abhandlung der aus Erfahrungen hergeleiteten Naturlehre nicht aber eine Sammlung von Versuchen antreffen sollte.

Durch die Beschreibung, die ich von den Werkzeugen unter der Aufschrift der Zubereitung mitgetheilet, habe ich denenjenigen keine vollständige Anweisung zur Verfertigung derselben zu geben gesucht, die sie etwa nachzumachen Willens wären: ich hätte mich sonst in eine umständliche Anzeige der Ebenmasse, der Wahl des Zeuges, der zu beobachtenden Behutsamkeit, und zum öftern solcher Erkenntnisse einlassen müssen, die sich zu meinem Vorhaben nicht wohl geschickt, und die Bände verstärket haben würden, und zwar zum wirklichen Nachtheil für die mehresten Leser, die damit zufrieden seyn können, wenn sie im Ganzen sehen, daß dieser oder jener Erfolg vermittelst gewisser Kunstwerke hervor gebracht werden könne. Da ich jedoch übrigens gar wohl merke, wie nützlich es seyn möchte, wenn man auch guten Unterricht hätte von der zu treffenden Wahl bey den zur Naturlehre nöthigen Werkzeugen, und von der Weise sie zu verfertigen, um den Eifer der Liebhaber oder der Gelehrten, so sich auf diese Wis-

sen-

senschaft legen, deren Anzahl von Tag zu Tag zunimt, zu unterstützen; so habe ich mich entschlossen alles dasjenige in einem besondern Werke zusammen zu fassen, was mich eine lange Uebung in dieser Sache hat belehren können (*). Dieses Vorhaben wird wirklich bewerkstelliget, und man kann einige einzelne Stücke davon antreffen in den Nachrichten der Akademie der Wissenschaften auf das Jahr 1740. und 1741. allwo ich blos die Handgriffe des Künstlers hinweg gelassen habe.

Was die Auswahl der Versuche anbetrift, so habe ich bisweilen diejenigen, welche vorlängst bekannt gewesen, den neuern vorgezogen, entweder

(*) Dieses Vorhaben hat der Herr Verfasser noch vor seinem Ende vollkommen bewerkstelliget durch Herausgebung seiner L'art des Experiences ou Avis aux Amateurs de la physique sur le Choix, la Construction et l'Usage des Instruments; sur la preparation et l'emploi des Drogues, qui servent aux Experiences. Tomes III. d. i. der Kunst Versuche anzustellen, oder der Anweisungen für die Liebhaber der Naturlehre von der Wahl, Verfertigung und dem Gebrauch der Werkzeuge; von der Zubereitung und Anwendung der Specereyen, welche zu den Versuchen dienen, die wir gleichfalls ins Deutsche übersetzet haben, und die den 7. 8. und 9. Th. dieser Vorlesungen ausmachen, und bey eben diesem Verleger völlig fertig zu haben sind.

der weil ich bey selbigen eine nähere Uebereinstimmung mit den zu erweisenden Lehrsätzen angetroffen, oder weil sie Anlaß zu wichtigern Anwendungen gaben, oder auch wohl weil sie mir zu vortreflich vorkamen, als daß sie hätten weggelassen werden können; ihr Zeitpunct ist mir um so viel gleichgültiger vorgekommen, weil, da dieses Werk nicht für eigentliche Gelehrte geschrieben worden, die meisten, so sie darinnen erblicken, dennoch an solchen alle Annehmlichkeit der Neuigkeit bemerken werden: haben denn auch überdieß solche Dinge ihren Verdienst blos daher, in so fern sie was neues sind?

Man möchte vielleicht auch das tadeln, daß ich unter die Anwendungen einige Anmerkungen von geringem Nutzen mit eingerücket hätte, indem entweder der Inhalt derselben sich der Mühe nicht verlohne, oder selbige einem jeden von selbst beyfielen. Man muß aber bedenken, daß dieses Werk nicht blos für solche Personen aufgesetzt worden, welche schon eine gewisse Zeit in der Welt gelebt, und durch die Uebung einige Begriffe erlanget haben, die zwar dunkel und undeutlich sind, vermittelst deren man jedoch die nächsten Ursachen solcher höchst gemeinen Erfolge bemerken kann. Ich bestimme dasselbe hauptsächlich für junge Leute von beyderley Geschlecht, welche die ersten Jahre ihres Lebens in Schulen oder an Or-

ten zu bringen, wohin sie in die Kost verdinget sind, denen alles neu vorkomt in der Welt, deren Gemüth nach dergleichen Erkenntniß begierig ist, die man durch leichte und gemeine Beyspiele an klare und deutliche Begriffe und ans Nachdenken gewöhnen muß; denn es ist nach der Anmerkung eines wegen seiner Verdienste in sonderbarer Hochachtung stehenden Gelehrten (*) **allezeit nützlich, wenn man auch so gar von nichtswürdigen Dingen richtig denkt.**

Im übrigen muß man sich hüten, daß man nicht den Erfolg mit seiner Ursach vermenge: jener kann dem einfältigsten Bauer bekant seyn, da hingegen diese dem gelehrtesten Weltweisen noch verborgen ist. Weiß nicht jederman, daß ein Schwamm, ein weicher Stein und ein Stück Zucker durchaus naß werde, ehe man ihn noch ganz untergetaucht hat? Aber verstehet denn auch ein jeder, warum dieses geschehe? Uebrigens zeigen sich auch die gemeinsten Erscheinungen nicht allezeit überein als solche, wenn man sie von allen Seiten betrachtet. Jederman weiß, daß ein Stein vermöge seiner Schwere herabwärts falle; nicht aber ein jeder weiß, daß er währendem Fallen solche Räume durchwandern müsse, welche mit den

(*) Nämlich des Herrn von Fontenelle in der Geschichte der Akademie der Wissenschaften vom Jahr 1699. in der Vorr. S. XI.

den Quadraten der Zeiten seines Falles überein treffen. Wenn ich nun von diesem letztern Erfolg nach vorher gegangenem Erweis die Anwendung mache und sage, eine Flasche oder ein Glas kann im Herunterfallen zerbrechen, so unterrichte ich gewißlich niemanden; wenn ich ferner sage, je höher die zerbrechlichen Körper herabfielen, in desto grösserer Gefahr zu zerbrechen befänden sie sich, so wird eine solche Wahrheit eben so wenig als die vorige etwas neues zu seyn scheinen: wofern ich aber hinzu setze, ein schwerer Körper zerbreche vermöge seines beschleunigten Falles, und man könne die Gewalt, die er zu Ende eines solchen Falles zu erweisen fähig sey, voraus sehen, wenn man die Höhe des Orts messe, von dannen er herabfalle; so halte ich eine solche Anmerkung für diejenigen, welchen ich sie vortrage, nicht für unnütz; und wofern jemand, nachdem er dieses gelesen, sich beschwerte, als hätte ich ihn belehren wollen, ein Glas zerbreche im Herabfallen oder werde desto gewisser zerschmettert, je höher es herabfalle, so würde er dadurch zu erkennen geben, daß er wenig Verstand oder viel Bosheit besitze.

Dem guten Geschmack, welcher in unserm Jahrhundert herrschet, habe ich es zugeschrieben, daß ich nicht nöthig habe den Nutzen der Naturlehre zu beweisen, und daß jederman an denen Entdeckungen, damit sie sich täglich bereichert, Antheil

theil nehmen könne. Obgleich diese Wissenschaft ursprünglich einen griechischen Namen führet, so weiß man doch jetzt, daß ihr Inhalt nichts fremdes sey, daß die Erkenntniß, so sie darbietet, jederman angehe, und daß, wenn sie durch die Erfahrung belehret, sie von jedem Alter und an allen Orten verstanden werden könne. Die Erforschung der Natur befand sich damals so zu reden noch in ihrer ersten Kindheit; die Erkenntniß der Natur, die man von ihren Erscheinungen und Ursachen hatte, verdiente kaum den Namen der Wissenschaft, da einer der größten Männer der alten Zeit solche rühmte als ein Hülfsmittel für die menschliche Seele, als eine Beschäftigung, davon sie zu allen Zeiten und bey allen Umständen des Lebens Vortheil ziehen könnte (*). Mit wie viel mehrern Grunde könnte man dieselbe nicht zu unsern gegenwärtigen Zeiten als eine solche anpreisen, da sie in allen wohl eingerichteten Staaten

(*) Hæc ſtudia adoleſcentiam alunt, ſenectatem oblectant; ſecundas res ornant, adverſis perfugium ac ſolatium præbent; delectant domi, non impediunt foris: pernoctant nobiscum, peregrinantur, ruſticantur. Cic. pro Archia Poet. n. 16. Wir merken hierbey an, daß Cicero dieses eigentlich von denen so genannten schönen Wissenschaften, nicht aber von der Naturlehre der damaligen Zeit behaupte. Gewisser Mässen aber kann man es auch Anwendungsweise von der Naturkunde sagen. Uebers.

ten ganze Gesellschaften von Gelehrten beschäftiget, welche Fürsten ihres Schutzes würdigen und durch ihre Freygebigkeit unterhalten; da ihr Wachsthum jährlich in ganzen Bänden angezeigt wird, woraus jederman nach seinem Gefallen oder nach seiner Bedürfniß sich Erkenntniß zu Wege bringen kann, deren geringster Vortheil zum Schmuck des Geistes dienet.

Man mag sich einen Stand in der Welt vorstellen, welchen man wolle, so wird es in demselben nicht leicht an Gelegenheit fehlen, mancherley Betrachtungen anzustellen über die Kraft der Körper, die sich vermöge ihrer Schwere oder auf andere Art bewegen, über die Stärke der Thiere, über den Stoß und über die Bewegung der flüßigen Wesen, über die Wirkung und über die Erfolge einer unendlichen Menge von neuen oder alten Maschinen, wobey oft viel darauf ankomt, daß man eine gute Wahl zwischen denselben zu treffen wisse. Ist es wohl möglich, die wunderbaren Erfolge der Ferngläser, der Augengläser, der Vergrösserungsgläser, deren man sich heut zu Tage so häufig bedienet, mit anzusehen, ohne daß man zu wissen verlangen sollte, worinnen ihre Zusammensetzung und Eigenschaften bestehen, worauf die Verfertigung dieser Werkzeuge sich gründet? Wem mag das was unnützes seyn, wenn er das erlernet, was eine Wissenschaft neues hat,

wovon unsere vernünftigsten Ergötzungen, Be-
quemlichkeiten und Bedürfnisse abhängen? Wem
kann das gleichgültig seyn, ob er von Dingen, et-
was wisse oder nicht, die wenigstens zu gewissen
Zeiten an gewissen Orten uns auf eine angeneh-
me Weise beschäftigen können, wo wir das Ver-
gnügen eines gesellschaftlichen Umgangs entbeh-
ren müssen.

Der kostbarste Vortheil aber, den jedes wohl
geartetes Gemüth ohnfehlbar geniesset bey Erfor-
schung der Natur, bestehet darinnen, daß man al-
lenthalben das höchste Wesen zu erkennen sich ge-
drungen siehet, welches dieses grosse Weltgebäu
gemacht hat und seine Werke unter einer bestän-
digen Aufsicht behält. Je weiter man in dieser
Untersuchung fortgehet, desto mehr wird man
überzeugt, daß der Gegenstand derselben keines-
weges von ohngefähr entstanden sey; alles zeigt
uns dabey eine in Erstaunen setzende unendliche
Macht, eine nie genug zu bewundernde hohe
Weisheit, solche Absichten und Gütigkeit, welche
alle unsere Erkenntlichkeit verdienen. Diese Wun-
der, welche wir vor unsern Augen haben, wirken
eben so stark aufs Herz als auf den Verstand;
wenn dieser erleuchtet wird, so wird auch ganz na-
türlich das erstere gerühret: indem uns nun das,
was wir davon erkennen lernen, nicht so in den

Unwis-

Unwissenheit lässet als den Pöbel, so kann eben dasselbe auch lebhaftere Empfindungen in uns erregen und uns zu Ausübung unserer Pflichten desto getreuer machen.

Ein erlauchter Prälat (*) verschaft mir in der Beschreibung der Geschichte von der Auferziehung eines grossen Prinzes, der ihm war anvertrauet worden, ein vollkommen glaubhaft Beyspiel und einen gewissen Beweis von den guten Erfolgen, die man von der Naturlehre erwarten darf, wenn die Grundsätze dieser Wissenschaft mit Fleiß und gehöriger Wahl vorgetragen werden, und wenn dasjenige, was man im Unterricht beybringt, zum Nachdenken Anlaß giebt. Ich beschliesse daher diese Vorrede mit der Uebersetzung seiner eigenen Worte, so wie man sie in derjenigen von seinen Schriften antrift, die die Ueberschrift führet: **Die aus der heiligen Schrift gezogene Staatskunst** S. 41. (**) „In Ansehung der Er-

 „fahrung

(*) Der Herr **Bousset**, Bischoff zu Meaux, in seinem lateinischen Brief an den Pabst Innocent XI. so die Erziehung weiland Sr. Königl. Hoheit, des Dauphin betrift S. 16.

(**) Experimenta vero rerum naturalium sic exhibere fecimus, ut in his Princeps ludo suavissimo atque utilissimo humanæ mentis historiam præclaraque artium

„fahrung von natürlichen Dingen haben wir in
„Gegenwart des Prinzes die nöthigsten und an=
„genehmsten Versuche machen lassen. Er hat da=
„bey eben so viel Nutzen als Ergötzung gefunden;
„dieselben haben ihm die unermüdete Bemühung
„des menschlichen Verstandes und die schönen Er=
„findungen der Künste kennen gelehret, wodurch
„entweder die Geheimnisse der Natur entdecket
„oder verschönert oder befördert werden. Was
„aber das wichtigste ist, so hat er dabey die Kunst
„der Natur selbst, oder vielmehr die göttliche Vor=
„sehung entdecket, welche zugleich so wohl in die
„Augen fällt, als sie sonst verborgen ist.„

artium inventa, quibus naturam et retegerent et ornarent, interdum adjuvarent, ipsam denique naturæ artem, immo summi Opificis et patentissimam et occultissimam providentiam miraretur. BOSSUET loco cit.

Ent=

Entwurf des Inhalts
des ersten Theils der Vorlesungen der durch Versuche bestätigten Naturlehre.

Erklärungen einiger in der Feldmeßkunst üblichen Kunstwörter, so in diesem Werk gebraucht worden. = = = S. 1.

Erste Vorlesung.

Einleitung = = = 14

I. Abschnitt. Von der Ausdehnung und Theilbarkeit der Körper = = 17

1. Versuch, welcher beweiset, daß die Materie in sehr viele Theile zerleget werden könne 24
2. Versuch, welcher eben diesen Satz durch Auflösungen zu erweisen dienet 27
3. Versuch, welcher eben dieses durch die Geruche erweiset 34
4. Versuch, welcher die Theilbarkeit der Körper ferner durch die Farbentheilgen beweiset. 38

Beweise, welche von der Ausdehnbarkeit der Metallen und von dem bey den Goldschlägern und Golddratziehern üblichen Verfahren hergenommen werden. 40

II. Abschnitt. Von der Gestalt der Körper 47

1. Versuch, welcher beweiset, daß die kleinsten Sandkörner eine gewisse Gestalt haben 51
2. Versuch, welcher erweiset, daß die verschiedenen

 nen

nen Salze aus Theilen bestehen, welche ve[r]schiedliche Gestalten haben 5

3. Versuch, wodurch man darthut, daß das klei[n]ste Geschmeis an der Gestalt verschieden ist ebe[n]so und noch mehr als die größten Thiere. 5

III. Abschnitt. Von der Dichtheit der Körpe[r] : : : : 6

1. Versuch, durch welchen erwiesen wird, da[ß] die Materien, so die wenigste Dichtheit habe[n] gleichwohl fähig sind andern Körpern zu wide[r]stehen. 6

2. Versuch, welcher eben dieses erweiset 6

Zweyte Vorlesung.

Von der Porosität, Fähigkeit zur Zusam[-]menpressung, und Schnellkraft der Körper.

I. Abschnitt. Von der Porosität 74

1. Versuch, woraus die Porosität des Holzes be[-]wiesen wird 7

2. Versuch, welcher die Durchlöchrigkeit de[s] Felles der Thiere darthut 8

3. Versuch, in welchem man zeigt, daß die Eyer[-]schalen durchlöcherig sind 8

4 Versuch, welcher die Durchlöchrigkeit des Papiers und vieler andern Materien durch di[e] sympathetischen Dinten beweiset 89

Beweise aus dem Aetzen mit Scheidewasser, aus dem Färben der Marmor und der Firnisse, wel[-]che darthun, daß die Grösse und Gestalt der Dunstlöcher nicht bey jeder Materie einerley sey 98

II. Abschnitt. Von der Fähigkeit zur Zusammendrückung und von der Schnellkraft der Körper . . . 100

1. Versuch, welcher erweiset, daß das Wasser nicht merklich der Zusammendrückung fähig sey 103

2. Versuch, welcher eben dieses beweiset 105

3. Versuch, woraus man erweiset, daß die härtesten dichten Körper merklich zusammen gepresset werden können 109

Von der Elasticität oder Schnellkraft der Körper 113

Anmerkungen über die Anwendungen der Stahlfedern bey den Sack- und Wanduhren, bey den Feuerröhren, bey dem Fuhrwerk, bey den klingenden Körpern 116

Wie die Metalle eine Federkraft erlangen; die Erfolge des Härtens bey dem Stahl. 120

Ausschweifung auf die Sinne überhaupt 124

und besonders auf das Gefühl 129

auf den Geschmack 134

und auf den Geruch 140

Dritte Vorlesung.

Von der Beweglichkeit der Körper, der Bewegung an sich, ihren Eigenschaften und Gesetzen.

I. Abschnitt. Von der Beweglichkeit der Körper . . . 149

1. Versuch, um zu erweisen, daß die Trägheitskraft mit der Schwere nicht einerley sey 156

II. Abschnitt. Von der Bewegung überhaupt und ihren Eigenschaften = 159

Unterscheidung der lebendigen und der todten Kraft 166

III. Abschnitt. Von den Gesetzen der einfachen Bewegung = = 172

Erstes Gesetz der einfachen Bewegung 172

I. Abtheil. Von dem Widerstand der Zwischenmaterien = = 176

1. Versuch, welcher beweiset, daß die Zwischenmaterien nach dem Verhältniß ihrer Dichtheit Widerstand thun 178

2. Versuch, welcher eben dieß erweiset 182

3. Versuch, wodurch man darthut, daß der Widerstand der Zwischenmaterien sich mit den Umfängen derer darinnen sich bewegenden Körper in gleichem Verhältniß befinde 186

II. Abtheil. Von dem Widerstand der Reibungen = = 191

1. Versuch, welcher zwo Gattungen von Reibungen bekannt machet, die von einander sehr unterschieden sind 199

2. Versuch, welcher darthut, daß man bey Schätzung der Reibungen die Oberflächen mit in Rechnung bringen müsse 205

3. Versuch, welcher beweiset, daß die Reibungen durch die Drückungen mehr als durch die Grösse der Oberflächen vermehret werden 208

Beschluß von der beständigen mechanischen Bewegung 211

Vierte Vorlesung.

Fortsetzung der Gesetze der einfachen Bewegung.

Von den Ursachen, welche die Richtung der Bewegung verändern = 213
Zweytes Gesetz der einfachen Bewegung 214
Drittes Gesetz der einfachen Bewegung 215
I. Abschnitt. Von der Veränderung der Richtung, welche durch das Anstossen einer flüßigen Materie veranlasset wird 216
1. Versuch, um zu beweisen, daß die Schräge des Einfallens eine zur Brechung nöthige Bedingung sey 219
2. Versuch um zu erweisen, daß eine Brechung vorgehe, wenn die Zwischenmaterien verschieden sind und der bewegliche Körper schief aus einer in die andere übergehet 224
3. Versuch, welcher darthut, daß, wenn der Einfall des beweglichen Körpers zu schräg geschiehet, die Brechung in ein Abprallen verändert werde 231
II. Abschnitt. Von der abprallenden Bewegung = = = 237
1. Versuch, welcher zeiget, daß keine abprallende Bewegung statt finde, wenn in dem beweglichen Körper keine Federkraft angetroffen wird oder in der angestossenen Fläche 247

2. Ver=

2. Versuch, welcher beweiset, daß die Bewegun abprallend wird, wenn der angestoßne oder a stossende Körper elastisch ist 25

3. Versuch, um zu beweisen daß der Abspri gungswinkel dem Einfallwinkel gleich sey 25

III. Abschnitt. Von der Mittheilung der B wegung bey dem Stoß der Körper 25

I. Abtheil. Von dem Stoß der nicht elast schen Körper = 26

1. Lehrsatz. Wenn ein in Ruhe sich befin dender Körper von einem andern ge stossen wird, so wird die Geschwindig keit des anstossenden Körpers unte beyde vertheilet nach dem Verhältni der Massen 26

1. Versuch, bey welchem man gleiche Masse nimmt 26

2. Versuch, bey welchem der angestoßne Kör per doppelt so viel Masse hat als der anstossen de 266

3. Versuch, bey welchem der anstossende Kör per noch einmal so viel Masse enthält als der angestoßne Körper 267

2. Lehrsatz. Wenn zween Körper, die sich nach einerley Seite zu bewegen mit ungleichen Geschwindigkeiten an ein ander anstossen, ihre Massen mögen gleich oder ungleich seyn, so bewegen sie sich mit einander weiter fort und in ihrer ersten Richtung mit einer ge meinschaftlichen Geschwindigkeit, die nicht

nicht so groß ist als des anstossenden Körpers seine, jedoch grösser als des angestoßnen Körpers, seine vor dem Stoß 271

1. Versuch, mit gleichen Massen, dabey sich die Geschwindigkeiten verhalten wie 3 zu 6. 272

2. Versuch mit Massen, deren eine doppelt so groß als die andere ist, und mit Geschwindigkeiten, welche sich wie ihre Massen verhalten 274

3. Versuch, bey welchem einer der beyden Körper bey halb so viel Masse doppelt so viel Geschwindigkeit hat als der andere 275

3. Lehrsatz. Wenn die beyden Körper, so an einander anstossen sollen, sich nach einander gerade entgegen stehenden Seiten bewegen, so wird die Bewegung bey beyden oder wenigstens bey einem von beyden aufhören; wofern nach dem Stoß noch einige übrig ist, so werden die beyden Körper nach einerley Seite zu fortwandern; und die Grösse ihrer gemeinschaftlichen Bewegung wird dem Ueberschuß der einen von beyden vor dem Stoß gleich seyn. 277

1. Versuch mit zweenen Körpern, deren Massen und Geschwindigkeiten gleich sind 278

2. Versuch mit zweenen beweglichen Körpern, deren Grössen der Bewegung sich verhalten wie 12 zu 24. 280

Zusätze oder Folgerungen aus den vorhergehenden Lehrsätzen 282

II. Ab-

II. Abtheil. Von dem Stoß der elastische[n] Körper. . . 28[4]

1. Lehrsatz. Wenn ein elastischer Körpe[r] einen andern elastischen Körper an[-] stösset, der sich in Ruhe befindet ode[r] von eben der Seite her beweget wie er so beweget sich dieser nach dem Sto[ß] in der Richtung desjenigen Körpers welcher auf ihn gestossen, und mit ei[-] ner Geschwindigkeit, die aus derjeni[-] gen bestehet, welche ihm unmittelba[r] durch die Mittheilung beygebracht worden, und aus derjenigen, welche er aus seiner Gegenwirkung nach dem Stoß erlanget; und der anstossende Körper, dessen Schnellkraft nach de[r] Gegenseite wirket, verlieret dasjenige, was er von seiner erstern Geschwin[-] digkeit beybehalten hatte, gänzlich oder zum Theil: und wofern seine zu[-] rückgeprallte Bewegung den Ueberrest von seiner ersten Geschwindigkeit über[-] trift, so gehet er wieder rückwärts mit der Kraft dieses Ueberschusses 285

1. Versuch mit zweenen beweglichen Körpern von einerley Masse und gleicher Schnellkraft 287

2. Versuch mit zweenen überein elastischen Kör[-] pern, da derjenige, welcher angestossen wird, halb so viel Masse hat als der andere 288

3. Versuch mit überein elastischen Körpern, da derjenige, welcher anstösset, nur halb so viel Masse hat als der andere 290

2. Lehr-

2. Lehrsatz. Wofern zween elastische Körper, die an Masse gleich oder ungleich sind, an einander stossen mit eigenen Geschwindigkeiten, welche gleich oder ungleich sind; so scheiden sie nach dem Stoß von einander und ihre gegenseitige Geschwindigkeit ist noch eben wie vor dem Stoß 296

1. Versuch mit elfenbeinernen Kugeln von einerley Schwere und gleichen Geschwindigkeiten 296

2. Versuch mit elfenbeinernen Kugeln, deren Geschwindigkeiten und Massen ungleich sind 297

Zusätze oder Folgerungen aus den vorhergehenden Lehrsätzen 300

Ende

des Entwurfes des Inhalts.

Verzeichniß

der zu diesem ersten Theil gehörigen Kupfertafeln.

I	Taf.	S.	13	XI	Taf.	S.	1
II	=	=	39	XII	=	=	2
III	=	=	51	XIII	=	=	22
IV	=	=	59	XIV	=	=	23
V	=	=	73	XV	=	=	23
VI	=	=	85	XVI	=	=	24
VII	=	=	104	XVII	=	=	2
VIII	=	=	116	XVIII	=	=	26
IX	=	=	149	XIX	=	=	3
X	=	=	157				

Erkl

Erklärung

einiger in der Feldmeßkunst üblichen Kunstwörter, die in diesem Werk gebraucht werden.

Abschnitt, Segmentum, ist ein Stück von einer krummlinichten Figur, die durch einen Bogen und eine Sehne beschrieben wird; O Z N *Fig.* 4. Taf. *I.* ist ein **Abschnitt von einem Kreis.** Man gebrauchet auch den Ausdruck: **Abschnitt einer Kugel**, wenn man einen Theil andeuten will, welcher aus einem Stück der erhabenen Oberfläche und aus einer Fläche, die nicht durch den Mittelpunct gehet, bestehet, wodurch eben der **Abschnitt** von der **Halbkugel** unterschieden wird.

Achse bedeutet eine gerade Linie, die man als unbeweglich annimt, während daß derjenige Körper, durch welchen sie hindurch gehet, sich um dieselbe herum beweget. Die **Achse einer Kugel** ist eine gerade Linie, welche durch den Mittelpunct hindurch gehet, und bis an zween einander gegen überstehende Puncte der Oberfläche reichet, welche man die **Pole** nennet. Die **Achse eines Kegels** ist auch eine gerade Linie,

die ihren Anfang in der Spitze nimt und sich in dem Mittelpunct der Grundfläche endiget, wie I K *Fig.* 2. Taf. *I.*

Afterkugel, Sphaeroides, bedeutet einen dichten Körper, welcher einer kugelförmigen Figur sehr nahe komt, jedoch nicht auf allen Seiten vollkommen rund ist, indem seine Durchmesser nicht alle einander gleich sind. Dergleichen Figur wird heut zu Tage der Erdkugel beygelegt.

Athmosphäre, s. **Dunstkreis.**

Ausgebogen rund, Convexum, bedeutet das, was gekrümt oder gewölbt ist, wie die äußere Oberfläche einer Kugel.

Ausschnitt, Sector, ist ein Dreyeck, das aus einem Bogen und aus zweenen Halbmessern entstehet, dergleichen A B C ist in der 1. *Fig.* Taf. *I.* Der **Ausschnitt einer Kugel** ist ein gerader Kegel, dessen Grundfläche sich bis auf die Fläche eines Abschnittes erstrecket.

Bogen nennet man einen Theil des Umfanges von einem Kreis. Da nun diese ganze Linie in 360 gleiche Theile eingetheilt wird, so werden die Bögen durch die Anzahl dieser Theile oder Grade, welche sie enthalten, von einander unterschieden; daher sagt man: ein **Bogen von** 10, **von** 30, **von** 50 **Grad.** Derjenige, welcher gerad 90 derselben enthält, wird gewöhnlicher **Quadrant** oder der **vierte Theil des Cirkels** genennet; so wie man denselben gemeiniglich einen **halben Cirkel** nennet, wenn er deren 180 begreift, dergleichen die Bögen A B D, A D F *Fig.* 1. Taf. *I.* abgeben. Man legt den Namen eines Bogens auch denen Theilen von allen andern krummen Linien bey, die nicht

nicht kreisförmig sind; man sagt daher: der **Bogen einer Parabel, einer Ellipse** u. s. w.

Cirkel, s. **Kreis**.

Cirkelrund, s. **kreisförmig**.

Circumferenz, s. **Umkreis**.

Concav, s. **Hohlrund**.

Concentrisch, bedeutet was einerley Mittelpunct hat; der Kreis n o h *Fig. 4.* Taf. *I.* ist mit dem Kreis N O H concentrisch, weil der Mittelpunct C beyden gemein ist.

Convex, s. **ausgebogen rund**.

Cubik, s. **würfelförmig**.

Cubikschuh bedeutet eine Menge Materie, die von sechs Seiten eingeschlossen ist, deren jede einen Schuh ins Gevierte hält.

Cylinder, s. **Walze**.

Cylindrisch, s. **Walzenförmig**.

Diagonallinie ist diejenige gerade Linie, welche von einem Winkel zu dem andern gegen über stehenden gezogen wird, in einer vielseitigen Figur, dergleichen V X *Fig. 6.* Taf. *I.* abgiebet.

Dreyeck ist eine Figur, so zwischen drey Linien, welche drey Winkel machen, eingeschlossen ist, wie C D E *Fig. 8.* Taf. *I.* Die Dreyecke bekommen verschiedene Namen nach Beschaffenheit der Linien und Winkel, woraus sie bestehen. Also heiset man dasjenige ein **geradlinichtes Dreyeck**, welches aus geraden Linien zusammen gesetzt ist; ein **krummlinichtes**, welches aus krummen Linien gemacht wird; ein **vermischtes**, dessen Seiten theils gerade theils krumm sind; ein **rechtwinklichtes**, welches einen rechten

Winkel hat; ein **gleichseitiges**, dessen drey Seiten einander gleich sind u. s. w.

Dunstkreis, Athmosphaera, werden diejenigen Dämpfe oder Ausdünstungen genennet, welche aus einem Körper hervor kommen, und ihn bis auf eine gewisse Weite überall gleich umgeben; unter diesem Ausdruck verstehet man gemeiniglich denjenigen Umfang der Luft, welcher die Erdkugel umgiebt, und alles, was aus der Erde ausdunstet, aufnimt.

Durchmesser, Diameter, ist eine gerade Linie, die einen Kreis in zween gleiche Theile theilet, wie G D *Fig. 1.* Taf. *I.* Man belegt auch mit diesem Namen diejenigen Linien, welche durch den Mittelpunct der andern Figuren laufen, als S T, *Fig. 3.* Taf. *I.* oder V X *Fig. 6.* Taf. *I.* Man misset die Kreise so wohl als alle Figuren und ordentliche Körper, die aus Kreisen zusammengesetzt sind, nach ihren Durchmessern aus; daher vergleichet man die Walzen und Kugeln nach ihren Durchmessern.

Eccentrisch heiset dasjenige, was nicht einerley Mittelpunct hat; der Kreis o h i *Fig. 4.* Taf *I.* ist in Ansehung der beyden andern in eben der Figur eccentrisch, weil sein Mittelpunct D nicht einerley ist mit ihrem in C; die Entfernung aber, welche zwischen C und D sich befindet, ist das Maaß dieser Eccentricität.

Eckig, dieser Ausdruck wird bisweilen gebraucht, um anzudeuten, daß ein Körper an verschiedenen Orten scharf sey.

Einfall bedeutet den Fall oder die Richtung einer Linie auf eine andere oder auf eine Fläche: man nennet denjenigen den **Einfallswinkel**, welcher aus dieser Zusammenstoßung entstehet.

Fläche

Fläche ist eine gerade und an einander hangende Sträcke oder Ebene, welche durch eine oder mehrere gerade oder krumme Linien eingeschränkt wird: die 1 **Figur** stellet eine Kreisfläche und die 6 **Figur** eine viereckige vor.

Fünfeck ist eine flache Figur, die von fünf Seiten eingeschlossen wird.

Geradelinicht heiset dasjenige, was aus geraden Linien bestehet; die beyden Dreyecke, oder das Viereck der 6 **Figur** Taf. *I.* sind geradelinichte Figuren.

Gleichlaufend, Parallela, wird von einer Fläche oder Linie gesagt, welche überall, so weit sie sich erstrecket, von einer andern Linie oder Fläche gleichweit entfernt ist. So sind die Linien X x und V u in der *6 Fig.* Taf. *I.* mit einander gleichlaufend.

Gleichseitig wird eine Figur genennet, deren Seiten gleich sind, als das Dreyeck C D E *Fig. 8.* Taf. *I.* welches aus drey gleichen Linien bestehet. Diejenige Seite, auf welcher das Dreyeck ruhet, wird seine **Grundlinie**, und der entgegen stehende Winkel die **Spitze** genennet.

Grundfläche heiset derjenige Theil eines Körpers, oder eines Kunstwerks, welcher zu demselben den Grund und die Unterstützung abgiebt; man nennet daher die **Grundfläche eines Kegels oder einer Spitzsäule** diejenige unterste Fläche, welche sie umschränket, wie der durch L M K in der *2 Fig.* Taf. *I.* vorgestellte Kreis.

Halbkugel, s. unter **Kugel**.

Halbmesser, Radius, bedeutet, wenn von einem Kreis die Rede ist, eine gerade Linie, die aus dem

Mittelpunct desselben bis zum Umkreis gezogen wird, dergleichen C B oder C D, *Fig.* 1. ist. Derselbe wird auch **halber Durchmesser** genennet.

Hohlrund, Concavum, nennet man das, was ausgehöhlt und rund ist; das Innere einer Kappelmütze oder eines Hutes ist Hohlrund.

Horizontal, s. Wagrecht.

Innhalt einer Figur ist die in jeder Figur eingeschloßne Fläche oder Raum. Der Innhalt eines Kreises z. B. ist der Umfang, welcher durch den Umkreis umschränket wird.

Kegel bedeutet einen dichten Körper, welcher aus der Umschwingung einer geraden Linie entstehet, die an einem Ende befestiget ist und mit dem andern einen Kreis beschreibet, dessen Halbmesser kleiner ist als dieselbige. Diese Gestalt giebt man gemeiniglich den Zuckerhüten; man sehe die 2. *Fig.* Taf. *I.* Der Punct I heiset der **Gipfel** oder die **Spitze** des Kegels; die Linie I K seine **Achse**, und der Kreis L M K seine **Grundfläche**.

Kegelförmig heiset, was die Gestalt eines Kegels hat oder zum Kegel gehört. Die verschiedenen Figuren, welche aus der Durchschneidung eines Kegels entstehen, werden **Kegelschnitte** genennet.

Kreis, Circulus, ist eine Figur, die durch eine krumme Linie umschränket wird, deren sämtliche Puncte A, D, F, G u. s. w. von einem andern Punct C, den man **Mittelpunct** nennet, gleichweit abstehen, *Fig.* 1. Taf. *I.* Man hat sich verglichen, einen jeden Kreis, er sey klein oder groß, in 360 gleiche Theile einzutheilen, die man **Grade** nennet; dergestalt, daß diese Theile allezeit verhältnißmäßig sich befinden, das

ist

ist bey größern Kreisen größer, bey kleinern kleiner, jedoch bey einem wie bey dem andern von gleicher Anzahl sind. Jeder Grad wird wiederum in 60 **Minuten**, jede Minute in 60 **Secunden**, und jede Secunde in 60 **Tertien** eingetheilt. Bey der künstlichen Erd- oder Himmelskugel unterscheidet man zwo Gattungen von Kreisen, die **großen** und die **kleinen**. Die erstern sind diejenigen, deren Durchmesser selbst durch den Mittelpunct der Kugel gehet, dergleichen der **Gleichtheiler** oder **Gleicher**, der **Gesichtskreis** und der **Thierkreis** u. a. sind. **Kleine Kreise** nennet man diejenigen, deren Fläche die Kugel nicht in zween gleiche Theile theilet, oder welches einerley ist, die mit der Kugel nicht einerley Mittelpunct haben. Dergleichen die Polkreise und die beyden Wendekreise sind.

Kreisförmig heist, was die Gestalt eines Kreises hat, oder entstehet, wenn es um einen Mittelpunct herum bewegt wird. Also ist die Bewegung einer Schleuder kreisförmig.

Krumm, wird von einer Linie gesagt, deren sämtliche Theile nicht einerley Richtung haben, dergleichen der Bogen A B D ist, *Fig. 1. Taf. I.* Man nennet auch dasjenige eine krumme Fläche, dessen sämtliche Theile sich nicht in einerley Ebene befinden; dergleichen ist die Oberfläche einer Kugel, einer Walze u. s. w.

Krummlinicht bedeutet das, was aus krummen Linien bestehet.

Kugel ist ein regulärer dichter Körper, in dessen Oberfläche alle Puncte von einem gemeinschaftlichen Mittelpunct gleichweit abstehen *Fig. 9. Taf. I.* Eine **halbe Kugel** oder **Halbkugel**, Hemisphaerium, bedeutet

deutet die Hälfte der Kugel: man verstehet zum öftern unter diesem Wort denjenigen Theil des Erdkreises, welcher durch den wahren Gesichtskreis eingeschränkt wird. Es wird daher unsere halbe Erdkugel täglich von der Sonne erleuchtet.

Kugelförmig ist dasjenige, was die Gestalt einer Kugel hat, wie ein überall vollkommen runder Ball.

Kügelgen, eine kleine Kugel. Man bedienet sich dieses Worts zum öftern, um einen kleinen Körper, der überall rund ist, damit anzuzeigen. Also zerfließt das Quecksilber bey seiner Zertheilung in Kügelgen; die kleinen Theilgen der Luft erscheinen in dem Wasser in Gestalt kleiner Kügelgen.

Linie ist eine Reihe von Puncten, die einander berühren. Wofern sie in einerley Richtung sich befinden, so machen sie eine **gerade Linie**, wie E F. *Fig. 10.* Taf. *I*; wo aber nicht, so verschaffen sie eine **krumme Linie**, wie E G F. Man stellet sich alle krumme Linien als Zusammensetzungen aus geraden Linien vor, die unendlich klein und gegen einander abhängig sind, wie E f, f g, g h, i k u.s.w. *Fig. 10.* Taf. *I.* In diesem Verstande giebt es keine eigentlich so genannte krumme Linie.

Mittelpunct bedeutet die Mitte, oder denjenigen Ort, welcher von allen einander gegen über stehenden und zusammentreffenden Theilen eines und eben desselben Körpers gleichweit entfernt ist. Der **Mittelpunct des Kreises** ist ein Punct, der von allen denen Puncten, welche den Umkreis ausmachen, gleichweit abstehet als C. *Fig. 1.* Taf. *I.* Der **Mittelpunct einer Kugel** ist derjenige Punct, welcher von der ganzen Oberfläche gleichweit entfernt ist. Man legt bisweilen den Namen eines **Mittelpuncts** einem jeden

Punct bey, welcher nicht eben gleichweit von allen denen abstehet, welche eine Figur umschränken, sondern es ist da hinlänglich, wenn er alle ihre Durchmesser in zween gleiche Theile theilet: es kann demnach P als der Mittelpunct der durch die *3. Fig.* Taf. *I.* vorgestellten ablangen Rundung angesehen werden.

Nähernde Strahlen, convergentes, heisen zween Lichtstrahlen, welche sich in einem Punct zu vereinigen suchen. Wenn also A C, B C, *Fig. 1.* Taf. *I.* zween Lichtstrahlen wären, welche aus den Puncten A und B kämen, so würde ihre **Näherung**, Convergentia, in C seyn; und der Grad dieser Näherung würde durch die Grösse des Winkels A C B ausgedruckt.

Parallel s. **gleichlaufend.**

Parallelogrammum ist eine flache Figur, deren gegen überstehende Seiten mit einander gleichlaufend sind; dergleichen ist die *6. Fig.* Taf. *I.*

Perpendikulär s. **Senkrecht.**

Pol, wird eine von den beyden Enden der Achse genennet, um welche einige Umläufe geschehen. Die **Weltpole** sind die beyden unbeweglichen Puncte, um welche sich die ganze Himmelskugel herumwälzet.

Prisma ist ein derber Körper, der an beyden Enden von vieleckigen, gleichen, ähnlichen und gleichlaufenden Flächen umschränket wird, und nach seiner Länge von eben so viel Parallelogrammen eingeschlossen ist, als sich Seiten an den beyden Vielecken befinden, die man die **Grundflächen** nennet. Wenn diese beyden Grundflächen Dreyecke sind, so heiset es ein **dreyeckig Prisma**, dergleichen dasjenige ist, welches durch die 12. **Figur** vorgestellet wird.

Prismatisch heißt dasjenige, was die Gestalt eines Prisma, oder einiges Verhältniß mit dem Prisma hat: man nennet daher **prismatische Gläser** diejenigen, deren man sich bedienet zur Absonderung der Lichtstrahlen: man nennet auch bisweilen diejenigen gefärbten Lichtstrahlen **prismatische Farben**, welche ein gläsern Prisma zum Vorschein bringet.

Punct ist eine sehr kleine Ausdehnung, in welcher sich alle Maasse endigen.

Pyramide, s. **Spitzsäule**.

Rechtwinklicht wird von einer Figur gesagt, welche einen oder mehrere rechte Winkel hat: so ist das Dreyeck V X u *Fig. 6.* rechtwinklicht, weil einer von seinen Winkeln nämlich u ein rechter Winkel ist.

Scheitelpunkt, Vertical, wird derjenige Punct am Himmel genennet, welcher gerade über unserm Haupte stehet, welchen man sonst auch **Zenith** heiset. Eine Linie, die nach dem Bleygewicht von diesem Punct herabgehet, muß nothwendig auf dem Gesichtskreis senkrecht stehen; daher bedienet man sich bisweilen dieses Worts, eine solche Richtung anzuzeigen, welche in rechten Winkeln auf eine wagrechte Fläche auffält.

Sechseckig, heißt, was sechs Seiten oder Flächen hat. Man sagt daher, eine sechseckige Fläche, eine sechseckige Spitzsäule.

Sehne, Chorda, bedeutet in der Feldmeßkunst eine gerade Linie, deren Ende dem Bogen eines Kreises zur Gränze dienen, wie N O, *Fig. 4. Taf. I.* Diese Linie wird auch subtendens oder subtensa genennet. Wofern der Bogen, dessen Maaß sie abgiebt, die Hälfte von dem Umkreis wäre, oder wofern sie auch durch

den

den Mittelpunct des Kreises gehet, alsdenn würde sie eigentlich der **Durchmesser** genennet.

Senkrecht bedeutet, wenn von einer Linie oder Fläche die Rede ist, daß sich solche auf einer andern Linie oder Fläche dergestalt darstelle, daß sie mit ihr zween oder wenigstens einen rechten Winkel macht. Es stehet also die Linie H I, *Fig.* 11. Taf. *I.* senkrecht auf der Linie L M.

Sinus ist eine gerade Linie, die man aus der Spitze eines Kreisbogens senkrecht auf den Durchmesser ziehet, welcher durch das andere Ende eben desselben Bogens hindurch gehet, und dieser heiset Sinus rectus, wie H K *Fig.* 1. Taf. *I.* Aber der Theil des Durchmessers, welcher durch den Sinus rectus bis zum Umkreis abgeschnitten wird, wird Sinus versus oder der Pfeil genennet; und der ganze Halbmesser oder halbe Durchmesser ist der Sinus totus oder der grösseste unter allen.

Spitzsäule, Pyramide ist ein derber Körper, welcher etliche Flächen hat, und immer kleiner wird, je höher er sich erstrecket, *Fig.* 13. Taf. *I.* Es kann also der Kegel als eine runde Spitzsäule angesehen werden.

Stumpf sagt man von einem Winkel, welcher über 90 Grad hat. Siehe **Winkel**.

Vieleck, Polygonum, ist eine Figur, die etliche Seiten hat. Es ist dieß der allgemeine Name, davon das Dreyeck, das Viereck, das Fünfeck, das Sechseck u. s. f. besondere Gattungen sind.

Viereck ist eine Figur mit vier Seiten, die vier rechte Winkel hat. Wofern die vier Seiten einander gleich sind, so wird es ein **vollkomnes Viereck** genennet; wenn es zwo lange und zwo kurze Seiten hat, die einander gegen über stehen, so heiset es ein **läng-**

licht

licht Viereck oder **ablange Vierung**. Die *6. Fig.* Taf. *I* stellet die erstere Gattung vor.

Vierseitig heißt eine Figur, die in vier gerade Linien eingeschlossen ist. Die *6. Fig.* Taf. *I.* ist eine ordentliche vierseitige Figur.

Umkreis heißt die in sich selbst laufende krumme Linie, welche einen gewissen Raum umschränket und einschließt, dergleichen ist die Linie Q T R S, *Fig. 3.* oder A D F G, *Fig. 1.* Taf. *I*. Man verwechselt zum öftern den Kreis mit seinem Umkreis: Wenn man inzwischen genau reden will, so ist der **Umkreis** eine Linie, welche den Raum umschränket, und **Kreis** ist der umschränkte Raum.

Wagrecht oder **Wasserrecht, horizontal**, gleichlaufend mit dem Gesichtskreis. Dieses Wort bedeutet die Lage einer Fläche oder einer Linie.

Walze, Cylinder, ist ein derber Körper, der aus gleichen und concentrischen kreisförmigen Flächen bestehet: der erste und der letzte dieser Kreise bekommen den Namen der **Grundfläche**, und die Linie A B, welche durch alle Mittelpuncte hindurch lauft, heiset die **Achse der Walze**. Man sehe die *7. Fig.* Taf. *I.*

Walzenförmig heißt das, was die Gestalt oder die Maasse einer Walze hat; welches so wohl von einer Hohlung als von einem derben Körper verstanden werden muß. Der Rumpf einer Pompe muß von innen recht walzenförmig seyn.

Winkel ist die Oefnung zwoer Linien, welche in einem Punct zusammenstossen, wie A C, B C, *Fig. 1.* Taf. *I.* Der Punct, in welchem sie zusammenstossen, heiset die **Spitze des Winkels**. Man unterscheidet hauptsächlich drey Gattungen von Winkeln von einander:

der: nämlich den scharfen, den rechten und den stumpfen **Winkel**. Der scharfe **Winkel** ist derjenige, dessen Oefnung weniger als den vierten Theil eines Kreises einschliesset, der die Spitze des Winkels zum Mittelpunct hat, wie A C B *Fig.* 1. Taf. *I*; ein rechter **Winkel** ist derjenige, dessen Oefnung eben ein Viertheil des Kreises umschränket, wie A C D; und ein stumpfer **Winkel** ist der, dessen Oefnung grösser ist als ein Viertheil des Kreises, wie A C E.

Winklicht heiset das, was einen oder mehrere Winkel hat.

Würfel, Cubus, ist ein derber regulärer Körper, welcher durch sechs gleiche viereckige Flächen eingeschlossen wird; so sind die Spielwürfel kleine Würfel. S. die 5. *Fig* Taf. *I*.

Würfelförmig wird dasjenige genennet, was das Maaß eines Würfels hat. S a. Cubic.

Zerfahrend, Divergentes, wird von zweenen Lichtstrahlen gesagt, die aus einerley Punct hervor kommen, und im Fortgehen immer weiter von einander fahren, wie C A, C B, die aus dem Punct C kommen *Fig*. 1. Taf. *I*.

Die **Zerfahrung**, Divergentia, wird nach der Grösse desjenigen Winkels abgemessen, den die Strahlen bey ihrem Auseinanderfahren machen.

Vor-

Vorlesungen
der durch Versuche bestätigten Naturlehre.

Erste Vorlesung.
Einleitung.

Die **Naturkunde** ist die Wissenschaft der Körper: ihr Zweck ist, daß sie solche aus ihren Eigenschaften, aus denen Erfolgen, die sie unsern Sinnen darstellen, und aus denen Gesetzen, nach welchen sich ihre Wirksamkeit gegen einander äusert, kennen lehre. Hierdurch unterscheidet sie sich vornehmlich von der **natürlichen Geschichte**, welche uns blos die Dinge lehret, so die Natur hervorbringet, und was sie verschiedenes in die Sinne fallendes an sich haben, wodurch sie nach ihren Gattungen und Arten unterschieden werden.

Wir nennen alle materielle Wesen, aus deren Zusammensetzung das Weltgebäude bestehet, **natürliche Körper**. Das, was wir an ihnen als überein und unveränderlich bemerken, davon wir die Ursachen nicht einsehen, nennen wir **Eigenschaft**; von dieser als von einem festgesetzten Punct wenden wir uns zur Erklärung der verschiedenen Erscheinungen, ohne uns jedoch zu erkühnen, daß wir behaupten wollten, daß dasjenige, was wir als die erste natürliche Ursache angeben, nicht der Erfolg von einem andern wirksamen uns noch unbekanntem Wesen sey.

Wären

Wären wir gewiß versichert, daß wir die Natur der Körper völlig erforschet hätten; wüßten wir ganz ungezweifelt, daß sie keine andern Eigenschaften ausser denenjenigen besässen, die wir schon wirklich erkannt haben; so könnten wir uns mit allem Recht schmeicheln, daß wir davon einen vollkomnen Begriff hätten, und dürften nur die Anwendung machen, wenn wir von den natürlichen Erfolgen Grund angeben wollten, welche den Gegenstand unseres Nachforschens abgeben. Aber so dürfen wir solches noch bey weiten nicht vermuthen; nicht das geringste berechtiget uns, uns dergleichen einzubilden: anstatt daß die Erfahrung, welche uns das gelehret hat, was wir von diesen Eigenschaften wissen, uns versichern sollte, daß sie uns nichts weiter zu zeigen habe, so scheinet sie uns hingegen eine unerschöpfliche Quelle von neuen Entdeckungen durch eben dieselben anzuzeigen, welche wir noch täglich machen.

Obschon die Naturlehre sich nicht rühmen kann, daß sie alles einsehe, was die Körper mit einander gemein haben, oder alles, was sich bey jedem besonders findet; so ist ihr doch eine gewisse Anzahl von Eigenschaften bekannt, die sie so lange als ursprünglich ansiehet, bis sie eine erste Ursache spüret, deren Erfolge sie sind, und welche sich auf eine allgemeine und uneingeschränkte Weise bey allem dem befindet, was nur Materie ist. **Dergleichen sind z. B. die wirkliche Ausdehnung, die Gestalt** überhaupt, **die Beweglichkeit** u. s. w. welche mit allen Körpern unzertrennlich verbunden sind, sie mögen sich auch in einem Zustande oder besondern Umstand befinden, in welchem sie wollen.

Es

Es giebt Eigenschaften von einem niedrigern Rang, welche jedem Körper nur so lange zukommen, als er sich in einem gewissen Zustande, oder Umstande befindet: solche sind gemeiniglich nichts anders als Zusammensetzungen der ersten, und stehen im zweyten Rang. Dergleichen ist z. B. **die Flüßigkeit**, welche wahrscheinlicher Weise von der Beweglichkeit der Theile unter einander, von ihrer Gestalt, von ihrer Grösse u. a. m. herrühret. Selbige kommt nur solchen Materien zu, die in demjenigen Zustande sich befinden, welcher veranlasset, daß man sie unter die **flüssigen Materien** zählet: daher kommt sie zwar dem Wasser zu, das noch rinnen kann, nicht aber dem Eise, ob solches gleich einerley Körper sind.

Endlich vereinigen sich diese Eigenschaften vom ersten und zweyten Range immer mehr und mehr, und kommen alsdenn um so viel wenigern Körpern zu: sie erstrecken sich hernach nicht mehr auf alle Körper, wie die ersten; sie setzen sich auch nicht in einen gewissen Zustand, wie die vom zweyten Range; sie sind auf gewisse Gattungen, Arten, ja gar einzele Körper eingeschränkt. So sind verschiedene Eigenschaften der Luft des Feuers, des Lichts, der Metalle, des Magnets u. a. m. beschaffen. Wir wollen zuerst von den allgemeinsten Eigenschaften handeln und dann weiter und umständlich in diejenigen einlassen, welche nur gewissen Körpern besonders eigen sind.

Erster

Erster Abschnitt.

Von der Ausdehnung und Theilbarkeit der Körper.

Die Ausdehnung, das ist, eine Grösse, auf was für eine Weise sie auch eingeschränkt seyn mag, bey welcher man sich gewisse von einander unterschiedene Theile einbildet, stellet sich unsern Begriffen oder wenigstens unsern Sinnen am ersten dar, wenn wir die um uns herum befindlichen Körper untersuchen.

Die materielle Ausdehnung, davon hier die Rede ist, enthält drey Grössen, die Länge, die Breite und die Höhe, welche die Feldmesser in Betrachtung ziehen und jede besonders ausmessen, die jedoch in der Naturlehre unzertrennlich sind: denn auch der kleinste Körper ist dichte; er hat wenigstens zwo wirklich von einander unterschiedene Oberflächen, und da die Höhe aus Flächen bestehet, und die Flächen aus einer Zusammensetzung der Linien entstehen, so folget hieraus, daß der allerkleinste Körper lang, breit und hoch ist.

Alle grosse Körper, ich meyne diejenigen, deren Ausdehnung groß genug ist, daß man sie sehen oder fühlen kann, können in mehrere Stücke zertheilet werden, die jederzeit an Grösse destomehr abnehmen, je mehrmal die Theilung wiederholet wird, biß endlich jeder sich unsern Sinnen entziehet. Auf diese Weise verwandelt die Feile ein Stück Metall in Staub, welches durch den Meisel von einem dickern Klumpen abgehauen worden.

So klein uns auch alsdenn diese Theilgen der Materie vorkommen, so kann man leicht glauben, daß sie

noch theibar sind; die Künste zeigen uns durch tausenderley verschiedenes Verfahren, daß diese Körpergen selbst noch Sammlungen sind von Stäubgen oder kleinen Klümpgen, die sich von einander trennen lassen; das Weizenkorn, welches die Mühle in Mehl verwandelt, wird ferner in dem Wasser noch viel weiter zertheilet, welches die Gährung desselben befördert.

So gar diejenigen kleinen Stäubgen, welche nicht eher zu bemerken sind, als wenn ihrer mehrere zusammen kommen, und die unsere Augen kaum mit dem besten Vergrösserungsglas von einander unterscheiden können, werden bey vielerley Gelegenheit noch weiter zertrennt, und zeigen uns auf eine augenscheinliche Weise, daß sie Theile haben, welche von einander geschieden werden können und zum öftern einander nicht gleichen. Ein ins Feuer geworfen Stück Holz höret gar bald auf Holz zu seyn: es gehen nicht nur die Stückgen, welche seine Masse ausmachen, aus einander, sondern auch die Theilgen selber, welche die Natur zusammen verbunden hatte, diese Stückgen zuwege zu bringen, geben der Gewalt des Feuers nach, und erscheinen besonders unter der Gestalt des Rauches, der Flamme, der Asche u. s. w.

Endlich sind doch diese letzten Theilgen, die oft von einander noch verschieden sind, deren Verbindung jedoch noch in eben denselben Ganzen kleine ähnliche Theile zuwege brachte, noch keine solche Wesen, die wir als schlechterdings untheilbar ansehen könnten. Ob man ihnen gleich zuweilen den Namen der Bestandtheile beylegt, so ist dieß mehr eine aus Gewohnheit entstandene Benennung als ein solcher Name, darauf man sich gründen dürfe, um ihnen die physikalische Untheil-

theilbarkeit zuzuschreiben. Man hat Grund zu glauben, daß sie in demjenigen Zustand, in welchem sie sich gemeiniglich darstellen, noch gar nicht die äusserste mögliche Stufe der Kleinheit erreicht haben; sie haben ihren Urstoff, und dieser Urstoff ist bey vielen noch von verschiedener Beschaffenheit: dergleichen ist z. B. der Schwefel, den man sonst als eine von denen unveränderlichen Grundtheilen ansahe, die von der Natur bey der Zusammensetzung der Körper gebraucht worden, zu deren weitern Auflösung gleichwohl eine mehr aufgeklärte Naturlehre Mittel findet, ja sie gar nachzuahmen vermögend ist (*).

Wenn wir nun aber alle unsere Bemühungen vergeblich angewendet haben, die Materie zu theilen, wenn uns hierzu die fürgeschriebene Veranstaltungen fehlen, und die Erfahrung uns hierinnen kein weiter Licht giebt, was sollen wir nun von der Theilbarkeit der Körper urtheilen? welches soll die Richtschnur bey unsern Muthmasungen seyn? Sollen wir glauben, als sey bereits alles schon ausgemacht, als hätten wir die Natur bis in ihre innersten Verschanzungen verfolget, als wären wir schon bis zu jenen einfachen Körpergen eingedrungen, mit welchen sie nach unserm Bedünken den Grund zu demjenigen Werke geleget, das wir aufzulösen uns unternommen hätten?

Dergleichen Gedanken möchte man sich wohl einfallen lassen; die Schwierigkeiten selber aber, welche wir bey unsern Versuchen wahrgenommen, sollten uns wenigstens das Gegentheil zu vermuthen veranlassen. Wenn wir es unternehmen, einen Körper zu theilen, so

 wird

(*) Man sehe die Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften vom Jahr 1704. S. 278. nach.

wird die Ausführung desselben immer je schwerer, je mehr die zertheilende Stücke in der Grösse abnehmen. Dieses komt daher, weil wir sie nicht anders von einander absondern können, als wenn wir zwischen ihnen eine fremde Materie wirken lassen, die sie trennet, oder wenn wir sie von aussen anfassen um sie zu zwingen, daß sie sich von einander geben. Je zärter sie werden, desto weniger lassen sie sich von den hiebey angewendeten Mitteln ergreifen, und ihre Trennung wird um so viel schwerer, je mehr sie einander ähnlichen, oder je näher sie der ersten einfachen Beschaffenheit kommen, entweder weil sie alsdenn einander an gleichförmigern Flächen berühren, oder weil wenig härtere und kleinere, als sie sind, da sind, um sie anzugreifen. Es ist also ganz natürlich zu glauben, daß, wenn eine Materie sich nicht weiter theilen lässet, solches nicht so wohl daher rühre, weil sich keine Theile mehr zu zertrennen finden, als vielmehr daher, weil nichts vorhanden ist, das zart genug wäre, ihren Zusammenhang zu unterbrechen.

Ist denn also die Materie unendlich theilbar? Das, was wir bisher vorgebracht haben, verbindet uns noch nicht zu dergleichen Schluß; es scheinet auch, als ob diese Frage, die so viel Lermen in den Schulen erreget hat, sich sehr enge einschränken lasse, wenn man einander verstehen will. Denn wenn von einer Theilbarkeit blos in Gedanken die Rede ist, so kann man solche augenscheinlich mit Ja beantworten; weil alsdenn es darauf ankomt, daß man wissen will, ob man einen Körper allezeit als theilbar ansehen will, so sehr als er schon zertheilt worden seyn mag. Nun ist es aber gewiß, daß man sich solchen also vorstelle; man bildet

sich

sich noch in dem kleinsten Theilgen zwo Hälften ein: die Oberflächen, welche solches einschliessen, werden nie mit einander verwechselt, ob sie gleich unendlich nahe an einander angerücket sind; und man kann allezeit bey jeder Zertheilung, die man sich einbilden möchte, eben dieß sagen. Es hat daher diese eingebildete Theilbarkeit keine Schranken, dergestalt, daß, wenn die Kunst und die Natur sich zusammen verstünden, um alles, was wir uns in Gedanken vorstellen, ins Werk zu richten, man in dem Flügel der kleinsten Mücke eine Anzahl Theile antreffen würde, welche endlich der Anzahl der Sandkörner gleich käme, die sich an den Ufern des ganzen Weltmeeres befinden. Dieser Satz kann nur denen befremdlich vorkommen, welche die Vergleichung der Zahlen (von welcher hier allein die Rede ist) mit der Vergleichung der materiellen Grössen vermengen.

Ist aber auch die Natur eben so fruchtbar als unsere Einbildung? Ist das auch wirklich also, was wir uns als möglich vorstellen? Sind denn diese kleinen Theilgen der Ausdehnung, die einander berühren, ohne sich zu vermischen, deswegen wirklich theilbar, wenn sie wirklich von einander unterschieden werden? Haben sie je ihr Daseyn gehabt, oder bringet es gar ihre Natur mit sich, daß eins sein Daseyn vor dem andern besonders haben könne? Hierinnen hat die Erfahrung nichts gewisses bestimt; und da bey physikalischen Dingen die aus Begebenheiten hergenomnen Beweise die einigen sind, welche Erklärungen abgeben, so kann man behaupten, daß diese Frage noch unentschieden sey.

Einige Weltweise haben jedoch, da sie dieser physikalischen Theilbarkeit Gränzen gesetzet, die Meynung angenommen, als ob die Urstoffe der Körper schlechterdings **unzertrennlich** wären, und als ob die Natur selbst bey Bildung derselben sich es als ein Gesetz auferlegt habe, daß solche nie sollten zertheilet werden. Sie führen zum Beweis eine Erfahrung von sechs tausend Jahren an; sie sagen, eben daher komme es, daß der natürliche Zustand der Dinge seit seinem Ursprung noch eben derselbe sey: eine Eiche bleibt allezeit eine Eiche; ein Pferd ist noch immer das heut zu Tage, was es anfänglich gewesen; wofern die Keimlein, oder das, was jede Natur insonderheit ausmacht, etwas theilbares wäre, so würde die Natur überhaupt ein ander Ansehen bekommen, vermöge der verschiedenen Veränderungen, welche die besondern Arten erlitten hätten.

Ob ich nun schon mehr geneigt bin Atomos oder untheilbare Körpergen zuzugeben, als anzunehmen, daß die Materie unendlich theilbar sey; so kann ich jedoch nicht verhalten, daß der Beweisthum, den ich angeführt habe, so scheinbar er auch ist, nicht stark genug sey, die Frage zu entscheiden, und daß man triftige Antwort darauf ertheilen könne. Denn gesetzt auch, diese kleinen Wesen, welche unmittelbar von der Schöpfung herrühren, wären nicht untheilbar, wie man annimt, würde dann der Urheber der Natur nicht hinlänglich für die Fortdauer seiner Werke gesorget haben, indem er in der Welt keine andern Mittel gelassen hätte, als nur solche, die nicht vermögend gewesen wären, die Einrichtung derselben in Unordnung zu bringen? Man beweise also erstlich, daß die uneingeschränk-

geschränkte Untheilbarkeit der ursprünglichen Theile der einige Weg sey, den die Weisheit des Schöpfers hätte wählen müssen, um jede Art unveränderlich zu machen. Wenn aber diese bewundernswürdige Gleichförmigkeit, mit welcher wir die Natur sich täglich verneuen sehen, kein unumstößlicher Beweis ist von dem Daseyn der untheilbaren Stäubgen, so muß sie uns wenigstens auf die Gedanken bringen, daß wir uns nicht so leichtlich Hofnung machen dürfen, daß wir nach unserm Gutdünken eine Materie in die andere verwandeln wollten; alle Mittel, welche uns die Kunst zu dergleichen Anstalten verschaffen könnte, würden nichts weiter seyn als schwache Nachahmungen der Natur, Zerkochungen, Gährungen, Verkalchungen u. s. w. Und wenn nun auch die Natur selber seit ihrem Ursprung sich beständig und ohne einige Veränderung aller Bewegungen ohnerachtet erhalten hat, die in ihrem eignen Schoos hervorgebracht worden und noch täglich entstehen, dürfen wir uns wohl schmeicheln, daß wir auch in unsern Werkstätten werden Wunder thun können? Die Scheidekunst, welche heut zu Tage viel grössere Einsichten als jemals erlanget hat, lässet jetzt aus eben dem Grunde dergleichen Hirngespinste je mehr und mehr fahren, um sich auf solche Arbeiten zu legen, die wirklichen Nutzen haben. Sie löset die Werke der Natur, so gut als möglich ist auf, um ihre Eigenschaften einzusehen; sie ziehet verschiedenes davon heraus, das sie zu unserm Gebrauch anwendet; und wenn sie die Natur nachzuahmen suchet, so geschiehet solches nicht mehr in der Absicht, daß sie versuche solche Materien zusammen zu setzen, von de-

nen sie sich selbst nicht schmeichelt, daß sie ihr recht bekannt wären.

Aus dem, was wir bisher von der Theilbarkeit der Körper vorgebracht haben, folget 1) daß die Zertheilung in Gedanken keine Gränzen habe, als welche in der Materie blos einen wirklichen Unterschied der Theile erfodert; 2) daß die unendliche Theilbarkeit, sie mag physikalischer Weise als möglich oder als unmöglich angenommen werden, blos für ein Lehrgebäude gehöre, worinnen man Wahrscheinlichkeiten zur Behauptung und zur Bestreitung derselben antrift; 3) daß man wenigstens nicht leugnen könne, daß es eine Menge wirklich theilbarer Theile gebe, die so klein sind, daß ihre Anzahl und ihre Zartheit die gemeinen Begriffe davon weit übersteigen.

Der letztere unter diesen dreyen Sätzen ist der einzige, welcher dieser Art von Beweisen fähig ist, auf welche wir uns in diesem Werke einschränken. Ich berufe mich daher auf die Erfahrung und bemühe mich durch solche Begebenheiten, die der Aufmerksamkeit würdig sind, zu zeigen, was man von der erstaunlichen Theilbarkeit der Körper zu halten habe.

Erster Versuch.

Zubereitung.

S VIII. Th. S. 3. f. Man lege ein dünnes Stück Geld von Kupfer, Silber oder Gold auf drey Nägelgen oder auf eine andere dergleichen Weise, und zünde unten drunter und oben drüber

drüber Schwefelblumen an, so wie es in der 1. *Fig.* Taf. *II.* vorgestellet worden.

Erfolg.

Vermöge dieser Anstalt, welche gewisse Leute zur Verfälschung der Münze misbrauchen, wird das Stück nach seiner Fläche in zween Theile zertheilet; und da öfters einer von beyden Theilen dünner und zerbrechlicher ist, so lässet er an dem andern das Gepräge noch so ziemlich, daß er nicht merklich verringert zu seyn scheinet.

Erklärung.

Ein Körper ist zertheilt, wenn die Verbindung seiner Theile durch eine fremde Materie, die nicht geschickt ist, sich mit demselben zu vereinigen, durchbrochen wird. Auf solche Weise wird ein Stück Holz durch eine Messerklinge in zwey Stücke zertheilet. Der zärteste Theil des Schwefels, welcher sich beym Brennen losmacht, und von beyden Seiten zwischen die Theile des vom Feuer ausgedehnten Metalles hinein dringet, bringet innerhalb des Stücks nach seiner Fläche eine Lage von Materie zuwege, die in Ansehung des Metalls fremd ist und die Zertheilung verursachet, die man auch alsdenn wahrnimt, wenn die Theile von einander getrennet sind.

Anwendung.

Eben die Ursache, wodurch die verbundenen Oberflächen zertrennet werden, verhindert sie auch sich zu ver-

verbinden, wenn auch schon alle nöthige Einrichtung hierzu vorhanden wäre: um deßwillen gebrauchet man Oel und Fett, um solche Materien von einander abgesondert zu halten, deren Vereinigung oder Vermischung man verhindern will; und etwas feuchtes, um dem Anhängen fetter Materien zuvor zukommen; und absorbirende Pulver, wenn auf den Oberflächen sich eine Feuchtigkeit befindet, welche sie veranlaßte an einander anzukleben. Also bemerken wir, um uns einiger gemeinen Beyspiele zu bedienen, daß man die Butter kalt und lagenweis zwischen den Teig thut, welcher blättericht werden soll; daß man die Formen inwendig mit einer flüßigen Materie bestreicht, worein man Wachs, Schwefel u. d. gl. giessen soll; und daß man die erst verfertigten Gefässe in den Werkstätten des echten und unechten Porcellains auf trocknen Sand setzet. Aus eben dem Grunde ist man sehr darauf bedacht bey den Künsten, daß diejenigen Oberflächen recht gesäubert werden, welche man auf beständig zusammen fügen will.

Der Gebrauch des Leims und des Lots ist kein Beweisgrund, welcher diesen Satz umstösset; ob hier gleich nichts anders geschiehet, als daß eine fremde Materie zwischen die Theile gebracht wird, so man zusammen fügen will.

Die vornehmste Ursache, warum eine z. B. zwischen zwey Stücker Wachs dazwischen gebrachte Lage Wasser ihre Trennung unterhalte, beruhet darauf, weil das Wasser nicht geschickt ist, in die fetten Körper einzudringen, und sich auch nur auf eine unvollkomne Weise anhängt, folglich, wenn es gleich dazwischen komt, doch kein Mittel zu einer gemeinschaftlichen

Ver-

Verbindung abgeben kann. Mit Leim hingegen ist es ganz anders beschaffen, welcher in die zusammen zu leimenden Stücke nur ein wenig eindringen kann; er ist ein flüßiger Körper, wenn man ihn brauchet, der sich eben deswegen von beyden Seiten in die unmerklichen Hohlungen der Oberflächen hinein drücket; er wird aber bald derb, dieweil seine Feuchtigkeit ihn verlässet und er noch weiter eindringet, alsdenn bringen diese kleinen Bindungen, deren fast eben so viel werden, als sich kleine leere Räumgen zwischen den dichten Theilen der Oberflächen befinden, eine sehr beträchtliche Verbindung zuwege. Aus eben dem Grunde, obgleich auf eine etwas andere Weise, dienen die Lötungen zur Verbindung der Metallen; eine Vermischung von Bley und Zinn z. B. das durch die Berührung eines heisen Eisens geschmolzen wird, dringet in die erstern Oberflächen des durch eben die Hitze ausgedehnten Metalles ein; eine geschwinde Erkältung giebt seinen Theilen Gelegenheit sich zusammen zu ziehen; das Lot, welches zu gleicher Zeit seine Flüßigkeit verlieret, bleibt auf beyden Seiten klebend und giebt für die Stücke ein gemeinschaftliches Band ab, und füget sie zusammen.

Zweyter Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 5. Man legt kleine Kupferblättgen in ein Kelchglas; in ein anders ähnliches thut man ein wenig Feilspäne von Eisen oder Stahl; zu beyden giesset man ein Loth

Schei-

Scheidewasser. Man sehe die 2. und 3. *Fig.* Taf. *II.*

Erfolg.

In dem ersten Gefässe entstehet eine kleine Aufwallung; das Metall scheint in Bewegung zu seyn; sein Umfang wird dem Scheine nach kleiner; der Liquor wird heiß und grünlich; die Blätter verschwinden endlich; und man nimt einen Dampf wahr, welcher über das Glas empor steigt. In dem andern Gefäß bemerket man beynahe gleiche aber schnellere und heftigere Erfolge, und die Farbe fält ins röthliche.

Erklärung.

Die Theile des Scheidewassers, die man als so viel sehr scharfe Schneiden oder kleine Spitzen ansehen kann, werden zwischen die Theile des Kupfers und des Eisens hinein getrieben, vermittelst einer Kraft, über deren Erkenntniß die Naturkündiger noch nicht einig sind, und worüber die Erfahrung noch keinen entscheidenden Ausspruch gethan hat. Jedes von allen Seiten durchdrungne Klümpgen verschwindet nach und nach, vermöge der Zertrennung seiner Theile, welche ohne Zusammenhang in demjenigen Liquor schwimmen, welcher sie getrennet hat, und vermöge ihrer Vermischung unter einer Farbe erscheinet, welche sie vor dieser Veranstaltung nicht hatte. Die Wärme, welche währender Auflösung entstehet, ist eine natürliche Folge von der Bewegung der Theile und der Wirkung einer Materie in die andere, so wie auch der sichtbarlich empor steigende Dampf ein Erfolg der vermehrten Hitze ist.

Eben

Eben dieses ereignet sich in dem andern Glase geschwinder und heftiger. Die vornehmste Ursache dieses Unterschiedes komt darauf an, daß das Scheidewasser, dessen man sich bey diesen beyden Veranstaltungen bedienet, die Klümpgen zu zertheilen, vielmehr Gelegenheit hat, seine Wirkung in die Eisenfeile zu äußern als in das Kupfer, so man in Blättgen gelassen hat; es wirket dasselbe desto stärker, je mehr der Flächen sind, die es zu gleicher Zeit berühret. Wenn nun der Vorrath der Materien überein ist, so bietet diejenige, welche mehr zertheilt ist, mehrere Oberflächen dar. Wir wollen annehmen, es wäre z. B. eine Unze Eisen in ein kleines kugelförmiges Klümpgen zusammen geschmolzen; wofern man nun dieses Kügelgen nach seinem Durchmesser durchschneidet, so wird seine Oberfläche vermehret; denn es wird eben so wohl wie vorher die Oberfläche von seinen beyden Halbkugeln behalten, aber es wird noch überdieß diejenige bekommen, die man vermöge des Durchschnittes nach dem Durchmesser zuwege gebracht hat. Wofern man nun dasselbe mehrmals durchschneidet, so ist leicht einzusehen, daß man seine Oberfläche je mehr und mehr vermehre.

Hierzu kann man noch die Ursache beyfügen, daß das Kupfer bey einem gleichen Umfang schwerer ist als das Eisen; es giebt also in dem letztern unter diesen beyden Metallen mehr leeren Raum, und folglich mehr Platz zum Eindringen für das Scheidewasser, wenn übrigens alle Umstände gleich sind.

Was die Farben anbelangt, die der Liquor, vermittelst dieser Auflösungen annimt, so ist hier der Ort nicht davon zu reden; wir werden aber dergleichen Erfolge bey Abhandlung des Lichtes erklären.

Anwen-

Anwendung.

Das gemeine Wasser thut in Ansehung einer grossen Menge Körper eben das, was das Scheidewasser bey den Metallen zuwege bringet. Es zertheilet die Erden, die Salze, die Säfte der Pflanzen u. d. g. es nimt ihre zertrennten Theile in sich ein und hält sie von einander abgesondert, so lange als es in solcher Menge vorhanden ist, die hinreichet, sie an ihrer Wiedervereinigung zu hindern. Die Flüsse werden nach dem Regen oder Zerschmelzen des Schnees blos darum trübe, weil sie alsdann Wasser in ihre Betten aufnehmen, welche Sand und Erde mit sich führen. Die mineralischen Quellen nehmen ihre verschiedenen Eigenschaften von denen Materien an, welche sie in so zarten Theilgen enthalten, daß ihre Durchsichtigkeit dadurch nicht geändert wird; und das Meer ist nach der gemeinen und wahrscheinlichsten Meynung deswegen gesalzen, dieweil es die unterirrdischen Salzgänge auflöset, welche sich in seinem Bette befinden, so wie dergleichen in den übrigen Theilen des Erdbodens angetroffen werden.

Dergleichen Auflösungen lösen die Körper nicht völlig auf; sie thun nichts anders, als daß sie nur ihre Massen zertheilen und ihre also zertrennten Stäubgen nicht wieder zusammen hängen lassen. Die Kunst selbst verschaffet uns sehr leichte Mittel, sie wieder in ihren ersten Zustand zu versetzen; zum öftern braucht man weiter nichts, als daß man den Liquor, der sie also aufgelöset hält, ausdünsten lasse: dieß ist der kürzeste Weg, wenn ihre Theile nicht so leicht mit ausdunsten, als die Theile des auflösenden Mittels. Auf solche Wei-

se pflegt man zu verfahren, wenn man in den Salzkoten das Salz vom Wasser absondern will, wenn man den Salpeter von denen Laugen, so solchen enthalten, heraus ziehen will; wenn man den Zucker läutert; wenn man die Stärke dererjenigen Brühen vermehret, die man **Kraftbrühen** heiset; und überhaupt wenn man alle Materien, wobey der flüßige Theil im Ueberfluß sich befindet, verdicken will.

Man kann ferner dasjenige, was aufgelöset worden, wieder durch Niederschlagung zusammen bringen; welches allezeit erfolgen wird, so bald man zu dem auflösenden Mittel eine Materie bringt, die besser in dasselbe eindringen kann als jene, welche solches in sich fasset; denn wenn sie in die neue Masse hinein dringt, alsdann lässet sie die andern Theile fallen, welche ihr eigen Gewichte an dem Boden des Gefäßes zusammen bringt. Dieses siehet man sich ereignen, wenn man z. B. Weingeist zu Wasser schüttet, welches man mit Zucker gesättiget hatte; weil eine von diesen beyden flüßigen Materien die andere durchdringet, und die Zuckertheile, damit sie angefüllet war, wieder fahren lässet.

Wenn man die Metalle also niederschlägt, so kann man es auf eine sehenswürdige Art anstellen, wodurch diejenigen, welche von dergleichen Begebenheiten nicht unterrichtet sind, gar leicht betrogen werden können. Wofern man z. B. ein Eisenblech in Scheidewasser tunket, darinnen vorher Kupfer oder Kupferwasser aufgelöset worden, so wird das auflösende Mittel vorzüglich das Eisen angreifen und Kupfertheile fallen lassen, und an die Stelle derer anlegen, die es von der Masse des Eisens losgemacht hat, dergestalt, daß man

zu

zu Ende der Arbeit aus dem Gefäß ein wahres Kupfer-blech wird heraus ziehen können. Dieß würde aber ein Misbrauch dieses Versuches seyn, wenn man ihn für ein Mittel, das Eisen in Kupfer zu verwandeln, angeben wollte; dieweil man von diesem leztern Metall nie mehr heraus bekomt, als so viel man in die erste Auflösung hinein gethan hat.

Die Einweichungen sind, eigentlich zu reden, nichts weiter als Auflösungen, die gemeiniglich langsamer zu Stande kommen, mit dem Unterschiede, daß anstatt einer gänzlichen Verschwindung der Masse, sie davon nur einen gewissen Theil absondern.

Die Körper, so man einweicht, bestehen gemeiniglich aus Theilen von unterschiedlicher Beschaffenheit: der Liquor, welcher sie durchdringet, nimt diejenigen ein, welche seine Wirkung statt finden lassen; und die andern, welche solcher nicht nachgeben, bleiben unter einem Umfang zusammen verbunden, welcher wenig unterschieden ist von dem, welchen sie vorher hatten. Wenn das indianische Holz, das Brasilienholz u. s. w. in gemeines Wasser eingeweicht werden, so überlassen sie demselben einen Saft, den die Natur zwischen die Fasern solcher Hölzer niedergelegt hat; dieses, was ausgezogen worden und eine Farbe abgiebt, verursachet gleichwohl keine merkliche Verminderung in Ansehung des Umfanges bey den Spänen, die doch desselben beraubet worden sind.

Die Einweichungen gehen mit heißem Wasser geschwinder von statten, und ziehen auch mehr heraus: die Wärme vermehret die Flüßigkeit des Wassers und machet es zum Eindringen geschickter; sie dehnet die derben Körper aus, die man hinein tunket, und macht

sie durchdringlicher; diese beyden Ursachen tragen zusammen das ihrige bey zu einerley Erfolg. Die Wurzeln und die Früchte, die man zur Speise kocht, würden in kaltem Wasser die scharfen Säfte und andere unangenehme Theile nicht zurück lassen, die man ihnen hingegen durch Abbrühen benimt.

Ob schon die Auflösungen und Einweichungen, welche nur zertheilen und ausziehen, an der Beschaffenheit derer Theile, die sie absondern und losmachen, nichts verändern, so machen sie solche doch zu gewissen Erfolgungen geschickt, worzu man sie ohne eine oder die andere von diesen Zubereitungen vergebens gebrauchen würde. Was für Beyhülfe könnte man von den mehresten Bergarten oder Gewächsen, die man in der Arzeneykunst gebraucht, erwarten, wofern nicht eine weit größere Zertheilung, als man durch irgend etwas schneidendes zu Stande zu bringen vermag, an eben diesen Körpern eine hinreichende Oberfläche, und solche Größen und Gestalten zuwege brächte, die sich zu den innern Theilen des belebten Körpers schicken, auf welchen sie wirken sollen? Rühret nicht jene angenehme Mannichfaltigkeit der Farben, so man an den Stoffen und allen Zeugen, die gefärbet werden können, bewundert, größtentheils von den Einweichungen her? Säfte, die sich in denen Pflanzen selbst, worinnen sie die Natur bereitet hat, verdicken, und zu unserm Nachtheil daselbst zurücke bleiben würden, lassen sich im Wasser, das in sie eindringet, wieder erweichen, und dehnen sich darinnen aus; sie werden nebst demselben auf eine zubereitete Oberfläche aufgedruckt, das Wasser dunstet hernach aus, und der Eindruck bleibet zurück.

Dritter Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 5. Die 4. Figur Taf. II. stellet ein gläsernes Räucherpfänngen vor, so zum Theil mit einem wohlriechenden *Liquor*, als mit Pomeranzenblütwasser oder mit Lavendelwasser angefüllet ist, und über ein angezündetes Lämpgen gestellet wird.

Erfolg.

Wenn das Wasser zu sieden anfängt, so kommt durch die Schneppe des Räucherpfänngens ein häufiger Dampf heraus, welcher sich in dem ganzen Zimmer ausbreitet, und von einem Ende desselben bis zum andern verspüret wird, ohne daß jedoch der *Liquor* in seinem Umfange eine merkliche Abnahme erlitten zu haben scheint, wofern der Versuch nach zwo oder drey Minuten geendiget wird.

Erklärung.

Der Dampf, so seinen Geruch durch das ganze Zimmer ausbreitet, ist nichts anders als derjenige Theil des Liquors, welcher am leichtesten ausdunstet, den das Feuer von der Masse abgesondert und auf das äußerste zertheilet hat: obschon diese Körpergen den Umfang, aus welchem sie hervor gekommen, nicht sonderlich vermindert haben, so ist dennoch ihre Anzahl groß genug, daß sie sich überall gleich austheilen, und in einem sehr weiten Raum verspüret werden können.

Wo-

Wofern man die erstaunliche Anzahl der riechenden Theilgen näher einsehen, und sich die wunderbare Zertheilung, welche der wenige ausgedunstete Liquor hat erleiden müssen, auf eine genauer bestimte Weise vorstellen will, so darf man sie nur mit dem Umfang der in einem Zimmer, welches 12 Schuh ins Gevierte und 10 Schuh hoch ist, enthaltenen Luft vergleichen. Wenn dieses jetzt gedachte bisgen Liquor, zwoen Cubiklinien gleich wär vor dem Versuch, und sich nach der Ausdünstung nicht mehr als vier Theilgen in jeder Cubiklinie der Luft befänden, (welches man annehmen kann, wenn man die Sachen aufs höchste treibt,) wie viel Millionen Theilgen wird man nicht vermöge dieser Vergleichung und dieser leicht zu machenden Rechnung bekommen? Um wie viel werden aber solche Millionen Theilgen nicht noch vermehret werden, wofern man bedenket, daß dasjenige, welches hier den merklich ausgebreiteten Geruch ausmacht, nur der geringste Theil von demjenigen sey, was ausgedunstet ist? Denn bey einem riechenden Liquor, oder Dampf, muß man die eigentlich zur flüßigen Materie gehörigen Theile von denen unterscheiden, welche ihr den Geruch mitgetheilt haben.

Anwendung.

Alle Arten vom Geruch, wenn man sie in Absicht auf unsere Sinne betrachtet, sind Eindrücke, die durch die aus riechenden Dingen ausdunstende Körpergen auf den Sinn des Geruches gemacht werden. Dasjenige, was bey dem erst angeführten Versuch im Kleinen vorgehet, erfahren wir täglich im Großen aus verschiedenen natürlichen Erfolgen. Es ist auf unserer Erdku-

gel ein gewiſſer Grad von Wärme vorhanden, welcher ſich der Zeit und den Oertern nach verſchiedentlich zeiget; dieſes Feuer, welches die Natur unterhält, und wodurch alles in Bewegung geſetzet wird, ſondert mit Beyhülfe anderer Urſachen, deren wir anderwärts gedenken werden, beſtändig die zärteſten Theile von allen auf der Oberfläche des Erdbodens befindlichen Körpern ab. Diejenigen, welche durch den Geruch empfunden werden können, indem ſie eben ſo wohl wie die andern in dem damit angefüllten Dunſtkreis ſich ausbreiten und herum ſchwimmen, laſſen ſich deſto mehr empfinden, je häufiger ſie in einem beſtimten Umfang der Luft vorhanden ſind. Daher komt es ohnfehlbar, daß man den Geruch von den Blumen in einem Garten des Abends mehr empfindet, wenn die Luft kühle wird, als bey der ſtarken Hitze bey Tage. Dieſe Kühlung, welche die Luft bey Annäherung der Nacht verdicket, indem ſie ihre Theile näher zuſammen treibt, bringt auch die Ausdünſtungen, womit ſie angefüllet iſt, enger zuſammen, und wenn man dieſelbe in einem ſolchen Zuſtande einäthmet, ſo führet ſie eine größere Anzahl dieſer riechenden Theile, davon die Rede iſt, mit ſich zu dem Werkzeuge des Geruches.

Wofern die Wärme jederzeit mehr oder weniger Bewegung in allen Körpern unterhält, und dadurch außer Zweifel zu einem beſtändigen Verluſt ihrer Beſtandtheile Veranlaſſung giebt, ſo darf man ſich nicht wundern, daß alles nach und nach vergehet, und gewiſſe Körper gar bald kleiner werden und verſchwinden. Daher komt es, daß die Teiche und Moräſte austrocknen, wenn die Regen und Quellen die Ausdünſtung nicht wieder erſetzen.

Um uns jedoch nur auf einige Beyspiele, die von riechenden Körpern hergenommen worden, einzuschränken, so nehmen wir dieses auf eine sehr merkliche Art an den Pflanzen und Blumen wahr. Warum werden sie bey großer Hitze welk, daß sie sich unter ihrem eigenen Gewichte krümmen? Warum erscheinen sie des Morgens wieder in ihrer erstern Lebhaftigkeit? Rühret es nicht davon her, weil den Tag über ungleich mehr ausdünstet als aus dem Schoos der Erde wieder ersetzet wird? Währender Nacht verhält sichs anders, da werden die leeren Räume wieder ausgefüllet.

Ob aber gleich die Pflanzen vermöge ihrer Ausdünstungen so viel von ihren Bestandtheilen verlieren, so kann man doch nicht behaupten, daß der zu den Geruchen bestimmte Theil an ihrem merklichen Verlust viel Antheil habe. Man siehet aus allen andern Körpern von dieser Gattung, daß die Natur sie einer so wunderbaren Theilbarkeit unterworfen habe, daß sie zu dem Ende auf eine erstaunliche lange Zeit Vorrath darreichen können. Jederman weiß, daß ein Gran Bisam ganzer zwanzig Jahr hindurch auf eine beschwerliche Weise in einem Zimmer gespüret werde, worein täglich frische Luft komt. Ist es nicht gleichfalls eine bekannte Sache, daß Hunde bisweilen einen Hirsch sechs Stunden lang verfolgen, ohne einige andere Spur zu haben, als die Witterung, welche er zurück lässet? Wie viel Körpergen muß also ein solches Thier nicht fahren lassen, um dadurch seinen Weg vierzig andern Thieren so lange Zeit anzuzeigen, denen es oft ganz aus dem Gesichte komt?

Die mehresten unter den vierfüßigen Thieren, und vornehmlich die Hunde haben einen sehr zarten Geruch: die Einrichtung dieses Werkzeuges, dessen vornehmster Theil sich auswärts befindet, und der öftere Gebrauch desselben tragen ohne Zweifel zu solcher Feinheit des Geruches bey, die uns mangelt. Die Natur hat uns hierinnen schadlos gehalten durch das Gefühl, welches bey uns weit ausnehmender ist. Es ist solches auch unter allen unsern Sinnen derjenige, dessen wir uns am meisten bedienen nächst dem Gesicht bey vorzunehmender Untersuchung verschiedener in die Sinne fallender Gegenstände. Die Thiere hingegen, welche nur sehr selten etwas durch antasten befühlen, untersuchen dasjenige mit der Nase, was ihnen vermöge ihres Gesichts als vortheilhaft vorgestellet wird. Da sie auch fast einzig und allein nur um ihre Speise bekümmert sind, und Geruch und Geschmack in genauer Verwandtschaft mit einander stehen, so mußten sie fähiger zum Ausspüren als zum Befühlen seyn.

Vierter Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 11. Man zerlasse an dem Boden eines großen krystallenen Gefäßes einen Gran Karmin, und fülle das Gefäß, worein zehen Maaß gehen, mit ganz reinem Wasser an, wie es in der 5. Figur Taf. *II.* vorgestellet worden.

Erfolg.

Die Farbe breitet sich dergestalt aus, daß alles Wasser durch und durch merklich davon gefärbt erscheinet.

Erklärung.

Der **Karmin** ist ein Bodensatz oder eine Art von sehr feiner Hefen, die man durch das Einweichen der Cochenille und einiger Materien von Pflanzen ausziehet; die Theile, welche schon durch die vorhergeschehene Zubereitung zertheilet worden, geben der Wirkung des Wassers ganz leicht nach, welches zwischen dieselben eindringt und sie ausdehnet, dergestalt, daß sie sich in gleicher Verhältniß durch und durch in dem Wasser vertheilen.

Um desto leichter zu begreifen, wie sehr die Materie in diesem letzten Versuch theilbar sey, darf man nur das Verhältniß eines Grans zu zehen Pfund wissen, welches ist wie 1 zu 92160. Nun zeiget sich aber ein Gran Wasser noch unter einem ziemlich merklichen Umfang, welcher etliche Theilgen Karmin enthalten muß, wenn er überall gleich gefärbt seyn soll. Wollte man auch deren nur zehen annehmen, so würde die erst angeführte Summe noch um zehenmal mehr vergrössert werden; welches denn 921600 merkliche Theile in einem Umfang machen würde, der gar sehr klein war, ehe er in dem Wasser ausgedehnt wurde.

Anwendung.

Die Maler und Färber geben den Oberflächen der Körper vermittelst der Theilgen von also zertheilten und in etwas flüßigen ausgedehnten Materien gewisse

Farben, welche sie von Natur nicht haben. Diejenigen, welche gemalt worden, sind, weil sie unter dem aufgetragnen Anstrich verborgen werden, an sich selbst nicht mehr sichtbar, sondern durch die Lagen, welche durch den Pinsel darauf getragen worden. Mit denen hingegen, welche man färben lässet, verhält es sich nicht eben also; man machet sie gemeiniglich erst in einem Bad zurechte, welches vermöge der Hitze und der Wirkung gewisser Salze die kleinen Oefnungen erweitert, und eine unzähliche Menge kleiner Hölgen zuwege bringt, die fähig sind die färbenden Theile nachher aufzunehmen. Eben diese Zubereitung macht vornehmlich die Farben dauerhaft, und verhindert, daß die gefärbten Stoffe nicht verschießen, wenn man sie wäschet. Inzwischen rühret die Farbe der Oberflächen nicht allezeit von färbenden Theilgen her: wir werden künftig bey Abhandlung des Lichtes zeigen, daß die Veränderung der Farbe öfters von einer neuen Stellung herrühre, den die Theile der Oberfläche selbst unter einander annehmen, als wenn z. B. das blaue Papier in rothes verwandelt wird durch das Scheidewasser, oder wenn die Hitze einen Krebs roth machet.

Außer denen Versuchen, welche wir jetzt zum Beweis den Theilbarkeit der Körper angeführt haben, geben uns die Künste allerley sinnreiche Handgriffe an, welche dieselbe auf eine eben so deutliche Art beweisen. Man kann die erstaunliche Ausdehnbarkeit des Goldes und des Silbers nicht ohne Bewunderung ansehen. Die Künstler, welche diese Metalle schlagen und in Fäden ziehen, verschaffen ihnen einen solchen Grad der Ausdehnung, welcher die Aufmerksamkeit der Weltweisen

seit

seit langer Zeit auf sich gezogen. Boyle (*) ist einer der ersten, welcher dieses angemerket hat, daß mit einem Gran Gold, wenn es in Blättgen geschlagen worden, eine Oberfläche von 50 Quadratzollen bedeckt werden könne. Diese Anmerkung giebt Gelegenheit vermöge einer sehr einfachen Rechnung eine erstaunende Anzahl sichtbarer Theile in so wenig Metall zu entdecken. Die Länge eines Zolles enthält wenigstens zweyhundert sichtbare Theile; denn man findet auf mathematischen Instrumenten solchen bisweilen in hundert Abtheilungen eingetheilt, und ein etwas aufmerksamer Beobachter kann sich gar leicht noch die Hälften vorstellen. Wenn wir also diesen sehr billigen Satz annehmen, so wird sich ein Goldblättgen von einem Quadratzoll in 200 kleine flache Striefen zerschneiden lassen, und jedes Striefgen in 200 kleine Quadrate, dergestalt, daß das also zertheilte Blättgen 40000 Theile abgeben wird, welches das Product ist, wenn man 200 mit 200 multiplicirt.

Nun aber erhält man von einem Gran geschlagen Gold 50 dergleichen Blättgen, wie wir jetzt eben zertheilet haben; man muß daher die 40000 noch einmal mit 50 multipliciren, welches eine Summe von 2 Millionen solcher Theile ausmacht, die man mit blosen Augen in einem Theilgen von Materie zählen kan, das nur der 72 Theil einer Quente ist. So erstaunlich groß diese Zahl auch ist, so wird sie doch noch einmal so groß, wenn man bedenket, daß jedes dieser Goldtheilgen wenigstens an zwoen Oberflächen oder an den beyden einander gegen über stehenden Flächen von gleicher Ausdehnung gesehen und berührt werden könne.

(*) De mira subtilitate effluviorum, c. 2.

Inzwischen ist doch dieß, was uns die Gold- und Silberblättgen von der erstaunenden Ausdehnbarkeit und Theilbarkeit ihrer Theile wahrnehmen lassen, noch was geringes gegen dasjenige, was man bey denen Arbeitern bemerket, welche den vergoldeten Silberdrat zubereiten, deren man sich zu Verfertigung der reichen Zeuge, der Borten, der gestickten Arbeit u. s. w. bedienet. Diese Kunst, welche der gemeine Mann nur als einen Gegenstand des Gewerbes, oder, als eine Gelegenheit zum Pracht ansiehet, stellet den Augen des Weltweisen Wunderdinge dar, welche schon **Boyle**, der Pater **Mersenne, Rohault** und einige andere Naturkundige in jenen Zeiten beobachtet haben, da dieselbe noch gar nicht zu der hohen Vollkommenheit gelanget war, die sie seitdem erreichet hat. Herr **von Reaumur**, (*) welcher solche nach seiner bekannten Genauigkeit untersucht hat, hat vor andern die Schönheiten am besten entdeckt, und das wahrhaftig Wunderbare dabey gezeiget. Ich will daher aus seiner Abhandlung allhier einen Begriff von der erstaunlichen Ausdehnung geben, deren das Gold, wenn es zu Drat gezogen wird, fähig ist.

Von einer Menge von Goldblättgen, welche nie sechs Unzen am Gewicht übersteigt, und die man bisweilen noch bis auf eine einzige vermindert, überziehet man eine silberne Walze von ohngefähr 22 Zoll lang und 15 Linien im Durchmesser und 45 Mark am Gewicht. Man ziehet diese vergoldete Rolle nach und nach durch die Löcher eines stählernen Bleches, welche immer kleiner werden, dergestalt, daß sie, indem sie verlän-

(*) In den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften vom Jahr 1713. S. 205. f. f.

verlängert wird, und zugleich an der Stärke abnimt, endlich so zart wird als ein Haar, und der Länge nach sich auf 97 Meilen erstrecket, jede zu 2000 Klafterlängen gerechnet.

Unter dieser Arbeit dehnet sich das Gold um den Silberdrat eben so sehr mit aus, so sehr als es verlängert wird; dergestalt, daß man es als einen Ueberzug oder als eine Scheide anzusehen hat, dessen Theile keine merkliche Unterbrechung leiden. Dieser vergoldete Drat, den man **geschlichteten Drat** nennet, gehet nachher zwischen zwoen Rollen von polirten Stahl hindurch, welche denselben wie ein sehr dünnes Blech platt drücken, womit man einen seidenen Faden überspinnet zum Gebrauch verschiedener Künste, die denselben brauchen; und bey der Arbeit der Rollen dehnet sich der geschlichtete Drat noch um ein Siebentheil länger. Also kann man an statt der 97 Meilen, welche bey der Ausrechnung für die Länge heraus kamen, deren 111 rechnen.

Wenn man nun einen auf das leichteste vergoldeten Drat annimt, so muß man eine Unze Gold als zween kleine Lahne ansehen, deren jeder überein 111 Meilen lang ist, oder die zusammen 222 Meilen betragen. Bedenket man aber, daß der geschlichtete Drat bey der Plättung unter den Rollen ohngefähr einen Achttheil einer Linie in die Breite ausgedehnt wird, und ziehet folglich die beyden kleinen goldenen Lahne, die das Silber auf beyden Seiten bedecken, in Betrachtung, so kann man ihre Breite ferner in zween Theile abtheilen; (denn eine Linie lässet sich gar wohl in 16 merkliche Theile theilen,) also muß man an statt zweener Lahne deren viere zählen, welche der Länge nach 444 Meilen ausma-

ausmachen. Wie viel Klafterlängen, Schuh, Zoll, und Linien macht das nicht aus? Und wofern man blos eine Linie in 10 Theile theilet, was für eine Reihe Zahlen wird man nicht brauchen um die Summe der sichtbaren Theile auszudrücken, die sich in einer durch das Zieheisen ausgedehnten Unze Goldes befinden? Man kann beynahe dergleichen Zahlen sich in der Einbildung nicht vorstellen; um jedoch sich davon einen Begriff zu machen, darf man nur die Oberfläche unserer gesponnenen Unze Goldes mit der Oberfläche von eben so viel Metall in geschlagenen Blättgen vergleichen. Die erste verhält sich zur andern wie 2380 zu 146; gleichwohl ist auch die Dicke der Blättgen, so geringe sie auch seyn mag, allezeit weit beträchtlicher als die Dicke des Ueberzugs von Golde, welcher sich auf dem Faden befindet; jene wird kaum bis auf den dreyßigtausendsten Theil einer Linie vermindert; diese aber erstrecket sich öfters auf einen Grad der Zartheit, welcher noch den fünfhundert fünf und zwanzigtausendsten Theil einer Linie übersteiget.

Indem die Kunst die Metalle also in Fäden ziehet, so ahmet sie in Ansehung des Verfahrens die Natur ziemlich genau nach. Ehe noch die Seide zu unserm Gebrauch gesponnen wird, so ist sie schon von dem Wurm, welcher uns dieselbe verschaffet, also zubereitet. Diejenige Raupe, so man gemeiniglich den **Seidenwurm** nennet, führet ein natürliches Ziehwerk bey sich, womit sie den kostbaren Faden spinnet, woraus sie ihr Bälglein zubereitet. Einige neugierige und auf die Wunder der Natur aufmerksame Personen (*) haben bey Betrachtung der ungemeinen Zartheit dieses Stof-

(*) BOYLE de mira subtilitate effluviorum c. 2.

Stoffes 300 Ellen davon abgemessen, welche nicht über drittehalb Gran gewogen; und Herr von **Reaumur**, der in seinen Beobachtungen noch weiter gegangen, hat befunden, daß die Fäden der Spinnen, so wie sie solche unmittelbar hervor bringen, ehe sie solche zur Verfertigung ihres Gewebes zusammen knüpfen, gegen ein Haar betrachtet, nicht so dick sind als der geschlichtete Golddrat gegen die erste Walze, daraus er gezogen worden, und daß ihr Durchmesser kaum der Dicke dieser zarten Lage von Gold gleich ist, welcher den Silberdrat bedecket.

Die jetzt angeführten Erfahrungen und Beobachtungen beweisen zur Gnüge, daß alle in unsere Sinne fallende Körper nichts anders sind als Zusammensetzungen, die durch den Zusammenfluß von verschiedenen kleinern Stückgen entstanden sind, deren jedes weiter in Theilgen zertheilt werden kann, die selbst noch immer weiter einiger abermaligen Zertheilungen fähig sind.

Wenn wir bey der Theilung einer Materie, so weit es uns möglich ist, in allen Stäubgen, woraus sie bestehet, nichts als nur etwas einförmiges gewahr werden, so legen wir ihr den Namen einer **einfachen Materie** bey; wir nehmen an, daß alle ihre Theile von einerley Natur sind, und nennen sie **gleichartig**, ohne jedoch damit zu behaupten, daß sie es schlechterdings seyn, sondern nur so lange, bis eine neue Entdeckung einst uns anders zu urtheilen veranlasset.

Wir heisen hingegen diejenigen **vermischte Körper**, deren Theile insonderheit genommen einander nicht ähnlichen, dergleichen die Pflanzen, die Thiere und viele Bergarten sind, bey denen die Auflösung zeigt,

daß

daß zur Zusammensetzung eines dergleichen Ganzen mehrere wesentlich von einander unterschiedene Materien die man **ungleichartige,** (heterogenea,) nennet, zusammen kommen.

Die unmerklichen Stäubgen, welche einen an einander hangenden Klumpen ausmachen, sind zum öftern dergestalt mit einander verbunden, daß man eine ziemliche Gewalt brauchen muß sie von einander abzusondern: ein solches Stück Materie heiset ein **harter** oder **derber Körper.** Diese **Härte,** welche eigentlich zu reden nichts anders als eine stärkere oder schwächere Zähigkeit der Theile ist, die niemals in den uns bekannten Körpern vollkommen ist, dieweil sie jederzeit einer bestimmten Kraft nachgiebt, nimt nach und nach ab bis zur **Flüßigkeit,** das ist, bis die natürliche Zusammenhängung der Theile kaum mehr vermögend ist zu verhindern, daß sie ihrem eignen Gewichte nachgeben, wenn solches dieselben antreibt über einander herzurollen, und die Gestalt zu verändern, welche das Ganze vorher hatte. Endlich wird die gemeine Flüßigkeit, welche da den Anfang nimt, so bald die Körper nicht mehr für derb angesehen werden können, bis zur **dünnen Flüßigkeit** vermehret, welche selbst noch einige Grade hat. Man nennet diejenigen Körper **dünnflüßig** oder liquores, welche sich in einem solchen Zustand befinden, wo ihre Theile, die eine freye Bewegung gegen einander haben, mit einer gegenseitigen Unabhängigkeit den Kräften ihrer eignen Schwere oder der geringsten Gewalt, die man anwendet um sie von einander abzusondern, nachgeben; und ihre deutlichsten Kennzeichen bestehen darinnen, daß sie keine andere Gestalt haben als diejenige, die man ihnen in

denen

denen Gefässen, worinnen sie enthalten sind, annehmen lässet, und daß ihre ganz oberste Fläche sich auf eine dem Gesichtskreis gleichlaufende Fläche endiget. Das rinnende Wasser z. B. ist ein Liquor, der Rauch, so in die Luft empor steiget und seine Gestalt beständig ändert, ist etwas flüßiges; und der Stein, den man mit Hammerschlägen behauet, ist ein derber Körper.

Vor dießmal lassen wir es bey der Beschreibung dieses verschiedenen Zustandes der natürlichen Körper, weil wir Gelegenheit bekommen werden, anderwärts weitläufiger davon zu handeln, wenn wir ihre Ursachen untersuchen.

Zweyter Abschnitt.

Von der Gestalt der Körper.

Alle Körper haben eine bestimmte Grösse, nicht nur diejenigen, deren Ausdehnung in unsere Sinne fält, sondern auch die Theile eben dieser Körper, sie mögen auch gleich zu einem noch so grossen Grad der Zartheit durch die Zertheilung gebracht, und unter allerley Ordnung betrachtet werden. Die **Kleinheit** ist keine unumschränkte Eigenschaft; nichts ist klein als nur in Vergleichung mit etwas grössern; und wenn man sich auch das kleinste unter allen materiellen Wesen vorstellen wollte, so würde es dennoch jede von seinen Hälften an Grösse übertreffen.

Die **Grösse**, oder (welches gleich viel ist) die grössere oder kleinere Ausdehnung eines Körpers, ist allezeit durch einige Flächen eingeschränkt, welche die ihm zugehörige Materie einschliessen; diese Menge von Materie heiset seine **Masse**, und das mehrere oder weni-

wenigere von der ununterbrochenen Fläche, die seine scheinbare Grösse einschränket, nennet man seinen **Umfang**.

Die Ordnung oder Stellung, welche die Flächen unter einander annehmen, welche den Umfang der Körper umgränzen, heiset ihre **Gestalt**. Da diese Oberflächen nicht mit einander vermengt und allezeit durch gewisse auf einander sich beziehende Lagen unterschieden werden, so ist offenbar, daß eine Gestalt zu haben eine Eigenschaft sey, die eben sowohl allen Körpern gemein ist als eine dichte Ausdehnung oder einige wirklich von einander unterschiedene Theile zu haben.

Es können aber diese Oberflächen in Ansehung ihrer Grösse, ihrer Anzahl und ihrer Stellung gegen einander unendlich mannichfaltig seyn; und daher komt es, daß alle für sich selbst bestehende materielle Dinge, denen es wesentlich zukomt, daß sie überhaupt eine Gestalt haben, diese oder jene insonderheit annehmen, und eben so veränderlich und vielleicht wirklich so vielfältig unter einander verändert sind, als es möglich ist, die Grösse, die Anzahl, und die Ordnung der Oberflächen mit einander zu verbinden.

Diese Eigenschaft, die man die **Figurabilität** oder **Fähigkeit eine Figur anzunehmen** nennen möchte, erstrecket sich auf alle Körper auf eine so allgemeine Art, daß sie dieselben bey allerley Zustand begleitet; sie komt sowohl denen zu, so sich bewegen als denen, welche sich in Ruhe befinden; sie komt nicht nur den derben Körpern zu, sondern die flüßigen und dünnflüßigen haben auch ihre Figur, welche von den Hindernissen herrühret, die man ihrer Ergiessung entgegen stellet; das Meer, die Seen, und die Flüsse bekommen

kommen ihre Gestalt durch ihre Küsten und Ufer; der Wein durch seine Fässer; die Flamme und der Rauch durch die umgebende Luft u. s. w.

Wenn zween Körper im ersten Anblick überein umgränzt zu seyn scheinen, so sagt man alsdenn, sie seyn einander der Gestalt nach ähnlich: also nennen wir die Würfel eines Bretspiels, Cubos, dieweil jeder beym ersten Anblick sich unter sechs gleichen Flächen darstellet; und so sagen wir auch von zween überein montirten Soldaten, sie seyn einander ähnlich. Jedoch ist diese erstere Aehnlichkeit in gar enge Gränzen eingeschlossen; sie erstrecket sich nur auf gewisse allgemeine Merkmaale, welche kaum bey dem ersten Anblick bemerket werden; bey einer weitern Untersuchung entdecket man bald einen gar grossen Unterschied, so gar bis auf die einzelen Dinge der letztern Art; dergestalt, daß man mit gutem Grund behaupten möchte, daß es wahrscheinlicher Weise in der ganzen Natur nicht zwey vollkommen ähnliche Dinge gäbe, vornehmlich wenn man zur Mannigfaltigkeit der Figur auch noch die Veränderung der Farbe und der Grösse dazu nimt. Wofern wir eine Heerde Hämmel erblicken, so scheinen sie alle einander ähnlich, weil wir uns nur bey dem ersten Schein aufhalten; allein der Schäfer, dem die Gewohnheit manche Veränderungen wahrnehmen lassen, unterscheidet sie alle wohl von einander. Unter einem Haufen Volks treffen wir nicht zwey ähnliche Gesichter an, und wir unterscheiden unter zehen tausend Menschen die Gesichtszüge einer Person die wir suchen, blos darum, weil wir gewohnt sind beständig Leute zu sehen und es lernen, wie sie nicht mit einander zu verwechseln sind.

Komt denn aber diese erstaunliche Mannichfaltigkeit der Gestalten, welche den aufmerksamern Beobachtern unendlich vervielfältiget vorkommen, nur den grossen Körpern zu; das ist denen, welche wir ohne einige Beyhülfe der Kunst sehen und fühlen können? oder komt sie den Stäubgen eben dieser Körper auch eben so wohl zu? Erstrecket sie sich bis auf diejenigen, die sich unsern Augen entziehen, die wir durch andere Sinne erkennen, die sich nicht eher wahrnehmen lassen, als wenn ihrer mehrere beysammen sind, und die das Vorurtheil ohne einige Figur anzusehen scheint, dieweil man gemeiniglich von derjenigen nicht unterrichtet ist, die sie wirklich haben?

Diese Frage ist schon durch die Beschreibung selbst, die wir von der Gestalt überhaupt gegeben haben, entschieden. Denn wenn dieselbe nichts anders ist als eine Zusammensetzung von Oberflächen, welche eine gewisse Menge von Materie einschliessen, so ist offenbar, daß ein Körper, so klein er auch seyn mag, allezeit durch Oberflächen umgränzet ist und folglich eine Gestalt hat.

Obschon die Erfahrung sich dem ganzen Umfang dieses Vernunftschlusses nicht gemäß beweisen, noch uns allenthalben Gestalten zeigen kann, wo wir Grund haben zu glauben, daß dergleichen vorhanden sind: so wird sie uns doch deren einige aufweisen, welche geraume Zeit verborgen gewesen sind, die aber die Kunst nachher zu entdecken gewußt hat, und wir werden auch aus mancherley merkwürdigen Beyspielen lernen, daß wir uns nicht bemühen dürfen diejenigen Körper ohne Gestalt uns vorzustellen, an denen unsere Sinne keine entdecken.

Erster Versuch.

Zubereitung.

§. VIII. Th. S. 12. Wenn man das durch die *1. Fig.* Taf. *III.* vorgestellte Vergrösserungsglas ans Helle bey einem Fenster, oder bey Nacht vor das Licht einer niedrigen Wachskerze dergestalt stellet, daß der Spiegel, welcher unter der Scheibe befindlich ist, vermittelst der zurück werfenden Strahlen diejenige Oefnung erleuchtet, auf welche das Objectivglas fället; so rücket man das erste Glas des Objectträgers, worauf man Sandkörner gelegt hat, herbey, und schiebet den Körper des Vergrösserungsglases herunterwärts, bis man den gehörigen Gesichtspunct findet.

Erfolg.

Wenn man das Auge ganz nahe über das erste Augenglas hält, so scheinen die Sandkörner durchsichtig wie Krystallen von der Grösse einer Muscatnuß, eckig und verschiedentlich geschnitten. Siehe *Fig. 1.* Taf. *IV.*

Erklärung.

Wir werden hier solche Erfolge nicht erklären, welche eigentlich zur Optik gehören; weil wir davon anderwärts handeln werden: wir bleiben nur bey denen stehen, die sich auf die Figur der Körper beziehen, davon hier gegenwärtig die Rede ist.

Wenn wir ein gemeines Sandkorn beschauen, so siehet es wie ein Punct aus, und das Auge kann seine

Ausdehnung nicht unterscheiden; aber durch Beyhülfe des Vergrösserungsglases erscheinet der Gegenstand viel grösser, man unterscheidet daran ohne Mühe Linien, Winkel, Krümmen, Umkreise, Oberflächen, mit einem Wort, eine wohl umkränzte Gestalt, deren Unterschied man leicht wahrnimt, wenn man solche mit einer andern vergleichet.

Anwendung.

Die Sandkörner müssen als so viele kleine sehr harte Krystallen angesehen werden, die durch die Natur zubereitet worden, und welche die Kunst zu mancherley Gebrauch nützlich anwendet. Weil sie klein und eckig sind, so bedient man sich derselben gemeiniglich zur Abreibung oder Säuberung der Metallen oder allerley anderer noch härterer Körper, welchen die Feile, oder die Schärfe des Stahls nichts mehr anhaben kann. Man pflegt sie in solchem Fall zu benetzen um ihre Beweglichkeit zu erleichtern und zu verhindern, damit sie, indem sie einander reiben, nicht nebst ihren kleinen scharfen Winkeln ihre Eigenschaft verlieren die festesten Materien anzugreifen.

Die Durchsichtigkeit des weissen Sandes macht ihn noch zu andern Gebrauch geschickt; er giebt die vornehmste Zuthat bey allen Glasarbeiten ab; die Vermischung einiger Salze mit demselben, und die Wirksamkeit eines sehr heftigen Feuers, welches denselben zertheilet und die Unreinigkeiten davon scheidet, setzet seine Theile in den Stand sich zu verbinden und einen Teig zu verschaffen, der allerley Gestalten anzunehmen fähig ist und unter dem Erkalten fest wird, ohne etwas von seiner Durchsichtigkeit zu verlieren.

Zwey=

Zweyter Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 15. Man rücke das zweyte Glas des Objectträgers, auf welches man einige ausgetrocknete Tropfen Salzwasser gethan hat, unter das Linsenglas.

Erfolg.

Wenn man das Auge an das Vergrösserungsglas hält, so nimt man kleine Klümpgen wahr, die unter ähnlichen Figuren erscheinen, wenn die Zubereitung mit einerley Salz gemacht worden ist. Hat man z. B. Meersalz dazu genommen, das man gemeiniglich bey Tische aufträgt, so ähnlichet das, was man durchs Vergrösserungsglas erblicket, kleinen Würfeln, *Fig* 2. Taf. *IV*.

Erklärung.

Die Theile dieses Salzes, welches das Wasser zertrennet und aufgelöset hat, haben auf dem Glase des Schiebers eine Festigkeit bekommen, während daß der flüßige Theil verrauchet ist. Vor dieser Ausdünstung des Wassers war man mit Beyhülfe des Vergrösserungsglases nicht im Stande sie sichtbar zu machen, weil sie da noch zu sehr zertheilt und zu dünne sind, als daß sie wahrgenommen werden könnten: so aber wie sie der Liquor verlässet, rücken sie näher an einander und machen Klümpgen von einem grössern Umfang; und wenn sie auch eben so klein blieben als sie in dem Wasser waren, so werden wir sie doch anders als in

gleichen Grössen zu sehen bekommen. Durchsichtige Körper lassen sich besser erkennen, wenn sie in der Luft schweben als in jeder andern nicht so dünnen flüßigen Materie.

Jedes Salz, das sich in Krystallen ansetzet, nimt gemeiniglich eine Gestalt an, die ihm eigen ist, und wahrscheinlicher Weise selbst von der Gestalt seiner kleinsten Theile herrühret. Das Meersalz setzet z. B. Würfel an, der Salpeter lange Spitzen, der Zucker Kügelgen u. s. w. **S. die 3. und 4. Figur Taf. IV.**

Anwendung.

Die Gleichförmigkeit der Gestalten in den kleinsten Theilen ist keine den Salzen besonders eigne Eigenschaft; man trift davon viel andere Beyspiele hauptsächlich bey dem Geschlecht der Bergarten an: der Bergkrystall und die mehresten durchsichtigen Steine erscheinen öfters im Kleinen eben so wohl als im Grossen unter der Gestalt eines Prisma, einer sechseckigen Spitzsäule: man muß jedoch aus dem Besondern nicht aufs Allgemeine schliessen, als wären die unmerklichen Theile aller Körper eben so viele Muster von dem, was sie in einem grössern Umfang vorstellen.

Das Salz dringet wegen seiner ungemeinen Theilbarkeit und wegen der eckigen und spitzigen Gestalt seiner Theile sehr leicht in die kleinen Oefnungen aller derben oder flüßigen Materien der Thiere, und Pflanzen ein: deswegen braucht man auch dasselbe mit gutem Nutzen zur Erhaltung derselben. Denn da die Fäulniß nichts anders ist als eine Zertrennung der Theile, wodurch der Zustand der kleinsten Theile in den vermischten Körpern verändert wird, so muß daher

her alles, was diese Theile in der von der Natur erhaltenen Ordnung erhalten kann, nothwendig verhindern, daß die kleinen zusammengesetzten Klümpgen, welche aus deren Vereinigung entstehen, nicht verändert werden; da hingegen alles dasjenige, was zur Bewegung der kleinsten Theilgen Veranlassung giebt, die Fäulniß verursachen kann. Nun aber füllen die Salztheilgen als so viel Keile die leeren Räume aus, sie unterhalten und unterstützen die derben Theilgen, halten die zunehmende Ausdünstung auf, und erhalten wenigstens auf eine Zeitlang den natürlichen Zustand. Daher können wir das Fleisch der Thiere, wenn es eingesalzen ist, länger zum Gebrauch aufbehalten, und die mit Zucker eingemachten Früchte lassen sich einige Jahre hindurch aufheben.

Diese erstaunliche Mannichfaltigkeit der Gestalten, so man bey allen leblosen Körpern und den kleinen Theilgen, woraus sie bestehen, wahrnimt, ist eben so groß und eben so bewundernswürdig bey dem Thiergeschlechte. Eben dasjenige Werkzeug, wodurch wir vorhin die Ecken und die Spitzen der Salztheilgen erblicket haben, entdecket uns auch eine Welt von kleinen lebendigen Wesen, von kleinem Gewürm, deren Daseyn wir vielleicht nie vermuthet, deren Gestalt wir gewiß nicht errathen hätten, zu deren Kenntniß uns gleichwohl die Neugier reizen muß. Derowegen will ich noch den folgenden Versuch beyfügen um vollends darzuthun, wie mannichfaltig die Natur die Gestalt der Körper von allerley Gattung gemacht habe.

Dritter Versuch.

Zubereitung.

S. VIII Th. S. 16. Man rücket das dritte Glas des Schiebers unter das Objectivglas des Vergrösserers, worauf man mit der Spitze eines Zahnstochers ein Tröpfgen von einer der flüßigen Materien gethan hat, deren Zubereitung wir jetzt beschreiben wollen.

1. Weiche man in einem Gefäß mit einer etwas weiten Oefnung ein wenig klein gehacktes Heu, Stroh, Blüten von allerley Arten, und allerhand Pflanzen in Wasser ein, und setze es ohngefähr eine Woche lang an die freye Luft, jedoch bey warmen Wetter in den Schatten; oder man mag auch wohl sogleich ein wenig Wasser, wo man Gelegenheit dazu hat, aus einem Teiche schöpfen, und zwar an solchen Orten, wo sich grünes Moos befindet oder andere Wasserpflanzen.

2. Muß man in einer offen zu haltenden gläsernen Flasche gleicherweise gemeinen Weineßig hinsetzen.

3. Mag man in einem Kelchglas oder andern dergleichen Gefäß vier oder fünf Tage lang etwas von dem Wasser aufbehalten, welches man in Austerschalen antrift, wenn man sie aufmacht.

Erfolg.

Man nimt in der ersten dieser flüßigen Materien eine sehr grosse Menge Thiergen wahr, welche

welche von verschiedener Art zu seyn scheinen so wohl in Ansehung ihrer Figuren als ihrer Art und Beweise sich zu bewegen, worinnen sie überaus mannichfaltig sind. Einige, die kleinen Kugeln a *Fig.* 5. T. f. *IV.* ähnlich sehen, schiessen in gerader Linie fort, und machen allezeit recht merkliche Winkel, wenn sie ihre Richtungen verändern; die andern b, so etwas länglichter und von eyförmiger Gestalt sind, drehen sich nur herum; an verschiedenen nimt man deutlich Pfoten, einen oft gespaltenen Schwanz und Floßfedern wahr; noch andere c, so aus lauter Ringeln bestehen, bewegen sich nach Art der Regenwürmer oder wie die Blutigel. An einigen bemerket man die vornehmsten Werkzeuge der Sinnen und den Umlauf der Säfte; wenn man sie auch nur ein wenig aufmerksam beobachtet, so entdecket man so gar den Endzweck ihrer Bewegungen; denn man siehet, wie einige die andern verschlucken, und begreifet leicht, daß sich einige bewegen um ihren Raub zu fangen, und die andern um den Nachstellungen zu entgehen.

In dem Eßig, welcher bey gelindem Wetter einige Tage lang an die Luft ausgesetzt gewesen, siehet man Gewürm, welche ihrer Gestalt nach kleinen muntern Aalen ziemlich ähnlichen *Fig.* 6. Taf. *IV.* sehr selten geschiehet es, daß man sie mit Thiergen von etwa einer andern Art untermengt antrift.

Das Austerwasser enthält eine unzähliche Anzahl kleiner Thiergen, die in ihrer Gestalt und

Art sich zu bewegen einander ähnlichen *Fig.* 7. Taf. *IV*. Das Tröpfgen, darinnen sie schwimmen, scheinet einem Wasserbehälter gleich zu seyn, in welchem man eine erstaunliche Menge Karpen ohne Floßfedern und Schwanz wimmeln siehet; die Durchsichtigkeit ihrer Körper ist so stark, daß man die innern Theile leicht erkennen kann.

Erklärung.

Die Natur hat die Gestalt der kleinsten Thiergen so mannichfaltig, und vielleicht noch mehr als der grossen ihre eingerichtet: jedoch ist sie bey jenen eben so wohl wie bey diesen für jede Art überein und unveränderlich. Also wird man in dem auf obangezeigte Weise zubereiteten Eßig, Aale gewahr, die nur der Grösse nach von einander unterschieden sind; und das Austerwasser enthält gemeiniglich nur obbeschriebene Thiergen.

Der erste Liquor begreifet jedoch deren unterschiedliche, die einander weder in der Gestalt noch in der Art sich zu bewegen ähnlichen. Man hat daher aber noch nicht Ursache zu schliessen, als ob die Gestalt dieser kleinen belebten Wesen bloß von einem Ohngefähr entstehe, und nur eine und eben dieselbe Art ohne Unterschied bald diese bald jene annehme. Das obgedachte Wasser ist aus einer Einweichung allerley Gattungen von Pflanzen zubereitet, auf welchen verschiedene Thiere ihre Nahrung finden; und das gemeine Wasser, welches dabey den vornehmsten Antheil hat, ist ein Mittel, welches zu gleicher Zeit so wohl für diejenigen, welche von Kräutern leben, als für diejenigen, welche

Fleisch

Fleisch fressen, sich schicket. Der Hecht lebt mit dem Karpen in einerley Wasser, ob sie gleich beyde von verschiedener Nahrung leben; und die Geschichte der Geschmeise liefert uns eine grosse Menge Beyspiele, welche mit dieser Meynung genauer und näher übereinkommen. Mit dem Eßig oder mit dem Austerwasser verhält sichs gar nicht eben also: es ist wahrscheinlich, daß diese beyden flüßigen Wesen sich nur für sehr wenig Arten solcher Thiergen schicken; und die Materie, worinnen sie sich aufhalten, setzet sie auch wahrscheinlicher Weise vor der Verfolgung der andern in Sicherheit. Ich habe verschiedene mal versucht, Gewürm, das sich in süssem Wasser, und solches, das sich in Eßig, oder in Austerwasser aufhält, zusammen zu thun; es sind aber die erstern augenblicklich darinnen gestorben.

Anwendung.

Die Geschmeise (Insecten) sind sehr lange Zeit für Geschöpfe der Verderbung und Fäulniß anderer Körper gehalten worden. Der Irrthum der Alten in Ansehung ihres Ursprungs rührete daher, weil sie glaubten, man könne sie durch die Kunst; hervor bringen, wenn man dabey auf eine gewisse Art verfahre, dazu sie so gar Fürschriften zu ertheilen sich erkühnet haben. Was einmal der gemeine Wahn eingeführt hatte, das haben einige Weltweisen zu bestätigen und zu beweisen gesucht; und die aus dieser Meynung entstandenen Lehrgebäude haben bis zu unsern heutigen Zeiten Vertheidiger gefunden. Kann aber wohl die witzigste Meynung wider solche Begebenheiten Stand halten, die völlig bekannt seyn müssen? Die neuern Naturkündiger, welche in der Geschichte der Gewürme besser unterrich-

terrichtet sind als ihre Vorfahren, haben ihnen einen edlern und gewissern Ursprung zugeschrieben; sie haben durch die deutlichsten Beobachtungen erkannt und fest gesetzt, daß die Zeugung dieser Thiergen bey jeder Art eben so ordentlich und eben so unabänderlich überein geschehe als wie bey Löwen und Pferden u. a. m. Sie haben durch entscheidende Erfahrungen die betrüglichen und schlecht gegründeten Scheingründe widerlegt, worauf man die alte Meynung gründete. Man wendete vor, es wären in solcher verdorbnen Materie Würmer und Fliegen zu sehen, wie könnte man also zweifeln, daß nicht dergleichen Thiere durch eine solche Fäulniß hervor gebracht worden? Eben als ob man schliessen dürfte, daß von dem Aas eines Pferdes Raben entstünden, dieweil es zum öftern geschiehet, daß man dergleichen gefräßige Vögel dabey versammlet antrift; oder daß eine Wiese Schaafe erzeuge, weil man daselbst weidende Heerden antrift: dergleichen Muthmasung würde man nur denen zu gute halten, welchen es unbekannt wäre, daß die Vögel Nester machen zur Fortpflanzung ihrer Art, und daß ein Lamm von einem Schaaf herkomme. Wenn man auch diejenigen einiger Maassen entschuldigen mag, die sich zuerst durch den Schein betrügen lassen, dieweil man damals noch gar nicht unterrichtet war von der wahren Art und Weise, wie diese von den andern durch ihre Grösse und Gestalt so unterschiedene Thiergen gezeugt würden; so ist es doch heut zu Tage, da man weiß, wie diejenigen erzeuget werden, welche noch sichtbar gnug sind, daß man sie beobachten kann, nicht mehr erlaubt zu glauben, daß die Natur, die sich immer so gleich bleibt, andere Wege gehen sollte diejenigen zu vermehren, die

man wegen ihrer ungemeinen Kleinheit kaum durch das Vergrösserungsglas zu entdecken vermag, noch daß sie die Hervorbringung derselben dem ohngefähren Zufall überlasse.

Man hat sich also zu hüten, daß man sich nicht einbilde, als ob die kleinen Aale, die man in Eßig wahrnimt, ingleichen die Thiergen, so man in den Einweichungen der Pflanzen beobachtet, verfaulte Theile derselben wären, die in belebte Körper verwandelt würden. Die Erfahrung lehret, daß wenn man die Gefässe verschlossen hält, darinnen nichts erzeuget werde; man muß aber schliessen, daß wenn sie offen bleiben, die Mütter, welche die Luft hie und dahin führet, darein ihre Eyer oder Gewürme legen, als an einen Ort, welcher ihre Ausbrütung erleichtern, zu ihrer Nahrung und Wachsthum beförderlich seyn soll. Diese Muthmasung (wenn es anders eine ist) wird durch Beyspiele nachdrücklich unterstützet: wie vielerley Arten von Mücken sehen wir nicht ihre Eyer in stehende Wasser einschmeissen, allwo der ausgekrochne Wurm sich nähret und wächset, biß die Zeit seiner Verwandelung heran komt, und er sich mit einer neuen Gestalt und mit Flügeln versehen, die ihn seiner Mutter ähnlich machen, in die Luft erhebet?

So nützlich auch diese Materie ist, so darf ich mich doch dabey nicht länger aufhalten; wer einen ausführlichern Unterricht nachzulesen begierig ist, mag des Herrn **von Reaumur** Geschichte des Geschmeisses nachsehen; hier wird er sich mit diesem neuen Volk genauer bekannt machen können; wer mit den Augen eines solchen Beobachters siehet, der siehet gewiß recht genau. Hier darf ich nur noch bemerken, daß, wenn man

man über dieser erstaunlichen Mannichfaltigkeit der Gestalten, wodurch die Natur die kleinsten Körpergen unterschieden hat, gerühret wird, kein Geschlecht vorhanden sey, welches mehr für unsere Neugierigkeit darbiete, als das Geschlecht des Geschmeisses, wobey man so wohl den Unterschied, welcher ihre Arten bezeichnet, als die Gleichheit, so bey jeder sich findet, gleich sehr zu bewundern hat.

Dritter Abschnitt.

Von der Dichtheit der Körper.

Die Dichtheit oder Festigkeit eines Körpers ist nichts anders als die Menge der Materie, welche mit einander verbunden ist unter seinem Umfang. Ich sage, **welche mit einander verbunden ist;** denn wenn es sich zutrüge, daß eine fremde Materie frey durch einen Körper hindurch ginge, und sich darinnen ungehindert bewegte wie das Wasser eines Flusses, welches durch einen Haufen Steine, die es in seinem Bette antrift, innerlich durchfliesset; so würde diese Materie im geringsten nichts zu derjenigen Dichtheit beytragen, davon hier die Rede ist. Hingegen würde sie dieselbe vermehren, wenn sie unter eben dem Umfang fest würde, als wenn das fliessende Wasser, das wir zum Beyspiel angeführet haben, in dem Augenblick zu Eis würde, da es sich zwischen den zusammen gesetzten Steinen befindet. Ein allenthalben durchlöcherter Korb, der in etwas Flüßiges gesenket wird, hat blos seine eigene Dichtheit; ist es aber ein Stück Holz, so wird es dichter von der ganzen Menge Wasser,

ser, das hinein gedrungen ist, und mit seiner Masse vereiniget wird.

Dichte seyn ist eine Eigenschaft, die nicht nur allen Körpern gemein sondern so gar wesentlich ist, man mag sie entweder ganz oder nur nach ihren einfachsten Theilen betrachten. Es ist dieselbe auch das untrüglichste Kennzeichen ihres Daseyns. Unsere Augen werden manchmal durch optische Blendwerke betrogen, und wir gerathen in Versuchung Schattenbilder für etwas wirkliches zu halten: aber durch das Befühlen werden wir von der Wahrheit versichert vermöge der geheimen Ueberzeugung, die wir haben, daß alles, was ein Körper ist, auch derb und folglich des Widerstandes fähig sey, und daß man den Finger oder etwas anders an denjenigen Ort nicht stellen könne, welcher durch eine Materie schon besetzet ist, ohne eine solche Kraft anzuwenden, die vermögend ist dieselbe anderwärts hinzutreiben.

Ein jeder natürlicher Widerstand zeigt demnach eine grössere oder kleinere Dichtheit an; dieß ist eine so ausgemachte Wahrheit, daß ich nicht glaube, daß sie einen andern Beweis nöthig habe als die Gewohnheit, darinnen man sich befindet, daß man beyde Begriffe mit einander vermenget, obgleich, genauer zu reden, eine die Ursache vorstellet und die andere den Erfolg. Es giebt aber auch dergleichen Fälle, da beyde (die Dichtheit und der Widerstand) unsern Sinnen oder unserer Aufmerksamkeit entwischen. Gewisse Körper berühren uns ohne Unterlaß und überall auf gleiche Weise; die Gewohnheit hat uns ihre Berührung so gemein gemacht, daß wir darauf besonders Acht haben müssen, wenn wir den wirklichen Eindruck bemerken

wollen,

wollen, den sie auf uns machen. Wenn man bey einer stillen Luft seine Geschäfte verrichtet, so denken wenig Personen daran, daß sie den Widerstand eines Körpers, dessen Dichtheit sich ihren Bewegungen widersetzet, zu überwinden haben. Wofern man aus dem Dunstkreis heraus gehen könnte, um sich wieder hinein zu begeben, so würde man ohne Nachdenken das Anrühren der Luft eben so spüren, wie man das Berühren des Wassers empfindet, wenn man sich in dasselbe eintunket.

Es träget ferner hierzu, daß die Dichtheit der flüssigen Materien unserer Aufmerksamkeit entwischet, dieser Umstand gar vieles mit bey, weil ihre Theile, indem sie von einander unabhängig und von einer solchen Zartheit sind, welche die Schärfe unsrer Sinnen gar weit übertrift, der geringsten von unsern Kräften nachgeben, vornehmlich, wenn ihrer nicht viel sind: wir denken auch nicht daran, daß wir etwas wirken, wenn wir uns nur wenig angreifen.

Weil die flüßigen Materien nur allein diejenigen Körper sind, deren Dichtheit gewisser Maaßen bewiesen werden muß, und weil ihre große Leichtigkeit nachzugeben diejenigen, welche nicht Aufmerksamkeit genug darauf wenden möchten, veranlassen könnte zu glauben, als ob dergleichen Körper keines Widerstandes fähig wären, so werden wir sie vorzüglich zu denen Versuchen nehmen, die wir zu Beweisen anführen, und werden die Luft dazu wählen als diejenige flüßige Materie, die unter allen denen, die man in einem verschlossenen Gefäße aufbehalten kann, am wenigsten dicht ist, damit man aus ihrer auf richtige Begebenheiten gegründeten Dichtheit einen desto triftigern Schluß machen

machen könne, daß eben dieselbe allen andern Körpern zukommen müsse.

Erster Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 17. Man gieße in ein durch die 1 Figur Taf. V. vorgestelltes krystallen Gefäß fünf oder sechs Maaß recht helles Wasser, und lasse oben auf dem Wasser ein Stückgen Gork *A* schwimmen, und fahre nachher mit dem andern Gefäß *B* senkrecht hinein, damit die darinnen enthaltene Luft nicht daraus entwische.

Erfolg.

Der Theil der Oberfläche des Wassers, welcher unter die Oefnung des Gefäßes *B* zu stehen komt, ziehet sich immer mehr niederwärts, je tiefer man es hinein steckt; das Stückgen Gork, welches oben drauf schwimmet, macht dieses Hinabsinken merklich, und zeiget an, daß kein Wasser in das Gefäß *B* hinein trete.

Erklärung.

Das Gefäß B enthält eine Luftsäule, welche seine Weite ausfüllet; diese flüßige Masse ist, ohnerachtet sie nicht viel Materie hat, dennoch aus wahrhaftig dichten Theilen zusammen gesetzt, die durch keinen andern Körper von ihrer Stelle vertrieben werden können, es sey denn, daß man ihnen einen neuen Platz öfne, dahin sie sich begeben können. Da das Gefäß B allent-

halben verschlossen ist, und dasjenige Wasser, welches sich vor seiner Oefnung befindet, schwerer ist als die Luft; so kann dieses letztere flüßige Wesen nicht aus dem Ort, wo es sich befindet, heraus kommen; und da es seinen Theilen nach dichte ist, so bezeigt es sich gegen das Wasser, das ihm entgegen komt, wie ein jeder anderer Körper, dessen Theile mit einander verbunden sind. Also senket sich die Oberfläche des Wassers um so mehr niederwärts, je weiter man das Gefäß, worinnen die Luft enthalten ist, hinunter drücket; welches denn durch das oben drauf schwimmende Stückgen augenscheinlich angezeigt wird.

Ob sich gleich die Luft des Gefäßes B dem Wasser widersetzet, welches hinein zu dringen sich bestrebet, so ist ihr Widerstand doch nicht so stark, daß sie solches gänzlich ausschließen sollte. Wir werden an einem andern Ort sehen, daß eine Masse Luft ein biegsamer Körper sey, und sich in einen kleinern Umfang einschließen lasse, wenn man sie darein zwinget: wir werden ferner zeigen, daß ein in eine flüßige Materie eingetunkter Körper, darinnen desto mehr gedruckt werde, je tiefer er hinunter komt. Diese beyden voraus gesetzten Grundsätze erklären sehr wohl, warum das Wasser in dem Gefäß B ein wenig emporsteige, des Widerstandes der Luft ohnerachtet; welches sich ebener Maaßen ereignen würde, wenn man eine jede andere biegsame Materie, die sich mit dem Wasser nicht vermischen könnte, an die Stelle der Luft setzte, wie wir es erweisen werden, wenn wir von der Fähigkeit der Körper sich zusammen drucken zu lassen, handeln werden. Was aber auch nur sich ereignen mag, und so tief als man auch das Gefäß B hinunter steckt, so wird doch das Wasser den Um-

fang

fang der Luft so weit nicht zurück treiben, daß er wie nichts anzusehen sey, um deren ganze Stelle einzunehmen. Wenn die Kraft, welche sich nach dem Boden zu äußert, einmal die Theile so nahe zusammen getrieben hat, als es möglich ist, so ist keine Kraft weiter vermögend sie in einen engern Raum einzuschränken: welches denn hinlänglich beweiset, daß dieses flüßige Wesen wie alle andere Körper eine unumschränkte Dichtheit habe.

Anwendung.

Aus dem vorigen Versuch erkennet man bey einer geringen Ueberlegung, warum man einen Topf oder ein jedes anderes dergleichen Gefäß nicht anfüllen könne, wenn man ihn umgestürzt eintunket; warum man durch einen Trichter, dessen Röhre in den Hals einer Flasche gar zu genau einpasset, nicht vermögend ist etwas flüßiges hinein zu füllen; und warum man genöthiget werde seine Zuflucht zu gewissen außerordentlichen Mitteln zu nehmen, wenn man Gefäße anfüllen will, die nur durch ein ganz enges Röhrgen eine Oefnung haben wie das Räucherkänngen, so bey dem 3. Versuch in dem ersten Abschnitt gebraucht worden. Unser Vorurtheil oder unsere Gewohnheit in der Luft zu leben macht, daß wir alles, was nicht mit diesem flüssigen Wesen angefüllet ist, als leer ansehen; in dieser schlecht gegründeten Einbildung halten wir dafür, es dürfe nur ein Liquor sich, wie es auch nur immer geschehen möchte, der Oefnung eines Gefäßes darstellen, um darein Eingang zu finden, da wir doch bedenken sollten, daß alle dergleichen Räume natürlicher Weise mit Luft angefüllet sind, so wie sie voll Wasser seyn

würden, wofern sie auf dem Grunde eines Teiches verfertiget worden, und niemals heraus gekommen wären: wir sollten weiter erwägen, weil die Luft in ihren Theilen eine Dichtheit besitzet, so darf man sich nicht vornehmen einen andern Körper nebst ihr in einerley Ort zu bringen; und folglich wenn man Wasser, Wein u. d. gl. in eine Flasche füllen will, so muß die Luft zwischen dem Halse und dem Trichter heraus gehen können, um dem Liquor Platz zu machen. Wenn aber dieser Hals so enge ist, daß er nicht zwoen Materien zugleich einen freyen Durchgang verstatten kann, die einander gerade entgegen kommen, das ist, dem Liquor, den man hinein füllen will, und der Luft, die heraus gehen soll; so muß dieses nur nach und nach geschehen. Wenn man derowegen Lavendelwasser in das obgedachte Räucherkänngen füllen will, so macht man es erstlich heiß; und wenn die Wirkung des Feuers die darinnen befindliche Luft guten Theils heraus getrieben hat, so steckt man den Hals in den Liquor hinein, welcher dessen Stelle einzunehmen suchet. Vorjetzo sehen wir bey diesem Erfolg nur auf die Vertreibung einer flüßigen Materie, welche vorher geschehen muß, ehe eine andere wieder hinein gebracht werden kann. Wenn wir die Eigenschaften der Luft erklären, so werden wir zugleich zeigen, wie ein heißgemachtes Gefäß von der darinnen befindlichen Luft guten Theils befreyet werde.

S. VIII. Th. S. 18. Wir haben angezeigt, warum die Luft aus dem Gefäß B bey dem vorigen Versuch nicht heraus kommen könne; aus eben der Ursach bleibet sie in der Täucherglocke und dienet dem Täucher eine Zeitlang zum Athem holen. Hingegen geschiehet es aus einem gegenseitigen Grunde, wenn

man

man aus einem Gefäß, das man nicht umkehren will, eine flüßige Materie bequem ausschöpfet, vermittelst einer Art von Röhren, die unten aufgeblasen sind, wie in der 2 Figur Taf. *V*. vorgestellet worden. Denn da dieses Gefäß bey C offen ist, so entwischet die Luft durch diesen Ausgang, je mehr von dem Liquor durch die Mündung D hinein tritt; und der folgende Versuch wird lehren, wie man dasselbe angefüllet forttragen könne, indem man den Widerstand der äußern Luft dabey zu Hülfe nimt.

Zweyter Versuch.

Zubereitung.

S VIII. Th. S. 21. Die 3 Figur Taf. *V*. stellet eine Art von einem Springbrunnen vor, an welchem die Röhre *E F* zu beyden Seiten offen ist; der Theil *E* stehet ohngefähr um zwo Linien über dem Boden des Beckens *GH* empor, welches in der Mitten eine Oefnung hat: man füllet den Wasserbehälter *IK* ohngefähr bis auf drey Viertheile mit Wasser an.

Erfolg.

Dieser Springbrunnen springet zu verschiedenenmalen durch die Röhrgen 1. 2. 3. 4. so lange, als das zu dem Wasserbehälter befindliche Wasser zu dem Endzweck Vorrath darreichen kann.

Erklärung.

Wenn die Röhre E F offen ist, so lässet sie der Luft einen freyen Durchgang, welche innwendig ihre dru-

ckende Kraft gegen die Oberfläche des Wassers in IK beweiset. Es kommen alsdann zwo Ursachen zusammen, die den Ausfluß des Wassers befördern, nämlich der Druck der innern Luft und die Schwere des Wassers. Der erstern von diesen beyden Ursachen hält der Widerstand der äußern Luft das Gegengewicht, welche auf das Ende eines jeden der Röhrgen 1. 2. 3. 4. trift, und sich von außen dem Fall des Wassers mit einer Kraft entgegen setzet, die dem Drucke gleich ist, welcher es von innen antreibet; die zweyte Ursach, (das Gewichte des Wassers) bleibet in ihrer völligen Kraft, und ist zur Beförderung des Ausflusses hinreichend. Wofern aber die Röhre E F sich zu verstopfen anfängt, so lässet die innere Luft, indem sie nicht mehr oben auf das Wasser in I K drücket, der äußern die Freyheit darauf zu wirken, deren Widerstand über das Gewichte der flüßigen Materie die Oberhand gewinnet, und so höret der Ausfluß auf. Man hat es ganz wohl ausgesonnen, daß man so gar dasjenige Wasser, welches herausfließet, dazu anwendet, daß es dergleichen Stillstand veranlasset. Da es sonst nirgends als nur durch das Loch in der Mitten aus dem Becken G H, welche dasselbe auffänget, heraus laufen kann, so ist es im Anfang hindurch und eine Zeitlang daselbst in genugsamer Menge vorhanden, daß es das äußerste Ende E der Röhre bedecken kann, welches auch nicht eher wieder geöfnet wird, noch der Luft einen freyen Eingang verstattet, bis das Wasser völlig heraus gelaufen ist.

Anwendung.

Man trift an verschiedenen Orten abwechselnde Quellen an, die nur zu gewissen Zeiten fliessen; dergleichen

gleichen natürliche Begebenheiten, welche sich gemeiniglich nahe an Gebirgen ereignen, rühren zum öftern von verschiedenen Ursachen her, die einander zu einerley Endzweck beförderlich sind; da aber die verschiedenen davon gegebnen Erklärungen sich meistentheils auf gewisse Eigenschaften der Luft gründen, die wir noch nicht erläutert haben, so versparen wir die Anführung derselben, bis uns die bey diesem Werk vorgesetzte Ordnung Gelegenheit giebt von diesem flüßigen Wesen zu handeln. Wir setzen hier nur dasjenige voraus, was sie mit allen andern Körpern gemein hat, nämlich daß sie vermögend sey einen Widerstand zu thun und auf andere Materien zu wirken, wovon wir nicht nur in den angeführten Versuchen Beweise antreffen, sondern auch in verschiedenen Erfolgen, die uns bey unsern eignen Bedürfnissen täglich in die Augen fallen.

Die Nothwendigkeit den Theil C des oben angeführten Gefäßes *Fig.* 2. Taf. *V.* offen zu halten, um dem Wasser zu verstatten, daß es an dem Ende D hinein laufen könne, giebt uns den Widerstand der Luft, die verschlossen bleiben würde, genugsam zu erkennen. Wenn man aber den Liquor, den man geschöpfet hat, anders wohin tragen will, so erreichet man solchen Endzweck noch durch einen dergleichen von aussen angebrachten Widerstand. Indem man den Theil c der Röhre mit dem Finger zuhält, so verschaffet man der äußern Luft Gelegenheit, daß sie dem Fall der eingeschloßnen flüßigen Materie alle ihre Kraft in d entgegen setzen kann. Die Lampen und die Dintenfässer, deren Behälter aus umgestürzten Flaschen bestehen, wie es in der 4. *Fig.* Taf. *V.* vorgestellet wird, sind nichts anders als einerley Erfolge in veränderten Beyspielen.

Wofern man aber die geringste kleine Oefnung an dem obern Theil L des Gefäßes machte, so würde sich der Liquor alsdenn zwischen zwoen gleichen Kräften befinden; denn die in M widerstehende Luft würde gegen die bey L druckende blos das Gleichgewicht halten, und das Oel und die Dinte würden ihrer Schwere frey nachgeben, welche ihnen nicht erlauben würde, daß sie über ihren wasserrechten Stand erhaben blieben. So lange aber der Behälter oben verschlossen bleibt, so hat die Luft, die sich in M entgegen setzet, hinlängliche Kräfte den Liquor in der Höhe zu erhalten. Obschon an einem vollen Faß mit dem Zapfenbohrer ein Loch gebohret wird, so wird doch demjenigen, so es angebohret hat, die Hofnung fehl schlagen, wofern er vergisset ihm von obenher Luft zu geben. Aus eben der Ursach begießet und erschrecket man mit einer oben am Halse wohl verstopften Flasche, an deren Boden man heimlich ein Loch gemacht hat, denjenigen, dem man sie giebt, damit er den Stöpsel heraus ziehen möge.

Die Dichtheit der Körper wird auch die **Undurchdringlichkeit** genennet; es muß aber dieses Wort erst erkläret werden, um denen Einwürfen zuvor zu kommen, die aus gewissen Versuchen hergenommen werden, vermöge deren es das Ansehen gewinnet, als ob verschiedene mit einander vermischte Materien ihre Größen mit einander verwechselten und in einander eindrängen. Ein Schwamm z. B. nimt eine Menge Wasser in sich ein, welches seinen eignen Umfang zu verlieren scheint, weil derjenige, darinnen es sich befindet, nachdem es auf diese Art eingedrungen ist, dadurch nicht merklich vergrößert worden; ein Gefäß voll Asche oder Sand nimt noch sehr viel Liquor an; und wenn gleichviel Weingeist und Was-

ser

ser in einerley Gefäß mit einander vermischt werden, so nehmen sie darinnen nicht so viel Platz ein als vor der Vermischung. Ist denn darum die Materie durchdringlich? Oder wenn sie es nicht ist, in was für einem Verstand hat man ihre Undurchdringlichkeit zu nehmen?

Man muß daher die Scheingröße der Körper sorgfältig von ihrer wirklichen Dichtheit unterscheiden. Die unzertrennlichen Theile (wofern es dergleichen giebt,) sind schlechterdings undurchdringlich. So gar die von einem geringern Range, die erst zusammen gesetzt werden sollen, sind wahrscheinlicher Weise noch durch keine Materie durchdrungen; mit einem Wort in allen Körpern, wie sie auch immer beschaffen seyn mögen, giebt es eine gewisse Menge Theile, welche die Plätze, wo sie befindlich sind, alleine einnehmen, und nothwendig jeden andern Körper davon ausschließen. Es sind jedoch solche derbe und undurchdringliche Theile, welche eigentlich den wahren Stoff dieser Körper ausmachen, nicht dergestalt zusammen verbunden, daß sie zwischen sich keine Zwischenräume lassen sollten, so entweder leer oder mit einem andern Zeuge angefüllet wären, welcher keine Verbindung mit dem übrigen hätte, und seinen Platz jedem andern Dinge einräumete, welches sich einfände um ihn daraus zu vertreiben. Wenn man dergleichen Zwischenräumgen zugiebt, deren Daseyn wir in der folgenden Vorlesung beweisen werden, so begreift man leichtlich, daß die Undurchdringlichkeit der Körper blos von denjenigen dichten Theilen zu verstehen sey, welche in einerley Ganzen mit einander verbunden sind, nicht aber von dem daraus entstandenen zusammen gesetzten Körper.

Die zweyte Vorlesung
von der
Porosität, Fähigkeit zur Zusammenpressung und der Schnellkraft der Körper.

Erster Abschnitt.
Von der Porosität.

Die Porosität der Körper ist nichts anders als der leere Raum, welcher sich zwischen ihren festen Theilen befindet; unter diesem Ausdruck, **leerer Raum**, wollen wir jedoch keine Räume verstanden wissen, die aller Materie beraubet wären: dergleichen Zwischenräume enthalten ohnfehlbar größtentheils flüßige Materien, deren Gegenwart aus vielfältigen Beweisen erhellet. Wenn ich einen trocknen Schwamm oder einen weichen Stein ins Wasser tauche, so sehe ich aus demselben je mehr Luft heraus kommen, je mehr das Wasser in solche eindringet: und wenn ich feuchte Materien wieder austrockne, so werden sie immer leichter, je mehr sie durch die Ausdünstung von demjenigen verlieren, was ihre Durchlöchrigkeit angenommen hatte. Diese fremden Körpergen füllen nur die größten leeren Räume aus; die Materie des Feuers und des Lichts, welche wir durch Körper, die von der Luft, von dem Wasser u. a. m. nicht durchdrungen werden können, gleichwohl durchgehen sehen, lassen uns nicht zweifeln, daß darinnen Oefnungen von einer ganz andern Ordnung vorhanden seyn, welche mit solchen flüßigen Materien

terien

terien angefüllet werden, die nicht so grob sind wie die andern; betrachtet man aber den eigenen Stoff eines Körpers, so geschiehet solches allezeit also, daß man alle diejenigen Theile in Gedanken absondert, welche sich nach andern Gesetzen richten, und an ihren veränderlichen Zufällen keinen Antheil nehmen. Man kann auch glauben, daß außer diesen erstern leeren Räumen, welche zwar eigentlich zu reden nicht leer sind, weil sie sich mit einer andern Materie angefüllt befinden, es noch andere kleinere gebe, die im eigentlichen Verstande leer sind. Die zu den Bewegungen erfoderliche Freyheit scheinet es zu verlangen; wenn aber dergleichen in der Natur vorhanden sind, so können sie dennoch mit keinem Beweis aus der Erfahrung dargethan werden. Indem wir also blos die einfachen und ursprünglichen Theile ausnehmen, so setzen wir es als einen allgemeinen Satz feste, daß alles, was aus materiellen Theilen bestehet, durchlöcherig sey, die harten Körper so wohl als die flüßigen, und die mit Gliedmasen versehenen gleichfalls, wie die, so dergleichen nicht haben: und wofern sich ja noch bey einem und dem andern einiger Unterschied befindet, so äußert sich solcher nur in Ansehung der Größe, der Anzahl, der Gestalt oder der Einrichtung der kleinen Oefnungen.

Erster Versuch.

Zubereitung.

S. VIII Th. S. 28. Die erste Figur Taf. *VI.* stellet eine Luftpompe vor, auf deren Teller man eine gläserne Röhre *N O* gestellet hat,

das oben am Ende ein Gefäß von eichen Holz *P* hält, welches nach der Länge der Holzfasern ausgedrechselt ist, dessen Boden ohngefähr drey Linien dick ist: in dieses Gefäß thut man Wasser und fängt an zu pompen.

Erfolg.

Nachdem man den Stempel einigemal zurück gezogen, so fängt das in dem hölzernen Gefäß enthaltene Wasser an, durch den Boden zu dringen, und tropfenweise in das gläserne Gefäß herab zu fallen; das Holz dehnet sich aus, so daß zuweilen das Gefäß zerspaltet.

Erklärung.

Die Luftpompe ist ein Kunstwerk, welches zur Austreibung der in einem Gefäß verschloßnen Luft gebraucht wird. Wir werden hier nichts von ihrer Verfertigung und verschiedenem Gebrauch vorbringen, weil dieses zu unserm gegenwärtigen Vorhaben nicht gehöret, und seinen Platz in denen Vorlesungen, welche von den Eigenschaften der Luft handeln, natürlicher Weise finden wird. Wir brauchen hier nur anzuzeigen, daß man bey Zurückziehung des Stempels dieser Maschine des vorhergehenden Versuches die in der gläsernen Röhre N O befindliche Luft heraus ziehen könne.

Ein Stück Holz, nach seiner Länge betrachtet, ist eine Zusammenfügung oder ein Büschel kleiner Fasern, die unter der Rinde, welche ihnen statt eines gemeinschaftlichen Ueberzugs dienet, eingeschlossen sind. Man kann sich hiervon eine, obgleich ziemlich grobe, Vorstellung machen, wenn man sich ein Bündel Schwefelhöl-

zergen

zergen einbildet, die in einem Futteral stecken. So zart auch diese Holzfasern seyn mögen, so kommen sie doch nie so nahe an einander, daß sie nicht einige Zwischenräume lassen sollten, welche eben so viele Röhren abgeben. Indem man das zum vorigen Versuch gehörige Gefäß ausgehöhlet hat, so hat man die Länge dieser Röhren der Dicke des Bodens, die nur zwo oder drey Linien beträgt, gleich gemacht; daher kann man diesen Boden als ein Sieb ansehen, darinnen unzählig viele Löchergen sind, welche von einer Oberfläche zur andern durchgehen; inzwischen sind jedoch die Oefnungen des eichen Holzes so klein, daß das Wasser, damit man das Gefäß anfüllet, durch Beyhülfe seiner eignen Schwere sich keinen Durchgang verschaffen kann. Man muß eine fremde Kraft zu Hülfe nehmen, welche dasselbe in den Stand setzet die Durchgänge zu erweitern und durchzudringen: hierzu bedienet man sich des Druckes der äussern Luft, welche allezeit oben auf das Wasser wirket, aber dennoch ihren Endzweck nicht eher erreichen kann, biß man den Widerstand derjenigen Luft vermindert oder gar aufhebt, welche in der gläsernen Röhre eingeschlossen ist, und ihr das Gegengewicht hält, so lange sie daselbst bleibt. Wenn also, nachdem man den Stempel einigemal zurück gezogen hat, das von aussen gedruckte Wasser inwendig bey N O nicht weiter unterstützet wird, so sickert es durch den Boden des hölzernen Gefässes, und sammlet sich in Tropfen, welche im Herabfallen eine Art von Regen vorstellen.

Die kleinen Luftlöcher haben nicht können erweitert werden ohne die dichten Theile des Holzes von einander zu entfernen und ohne Ausdehnung der Oberflä-

che:

che: wofern aber der äussere Umkreis, den das Wasser nicht so durchdringen kann, sich nicht in gleicher Verhältniß mit der Mitten ausdehnet, so wird der Boden des Gefässes krumm, oder das Gefäß selbst reisset von einander und spaltet.

Anwendung.

Das Holz, so man weiches nennet (weil es löcheriger ist als das andere, und also leichter zu schneiden) wird leicht feuchte, wenn es trockner ist als die umstehende Luft, wofern ihre Oberfläche nicht mit einer fetten Materie überstrichen worden; oder es verlieret auch wohl einen Theil seiner Feuchtigkeit, wofern es sich in einer Luft befindet, welche nicht so feucht ist als solches selber: weil es die Beschaffenheit der flüßigen Dinge so mit sich bringet, daß sie sich überall gleich ausdehnen; da auch der Zustand des Dunstkreises sich ohne Unterlaß verändert, so leidet das Holz eben so, wie alle schwammichte Körper, beständig mancherley Abwechselungen von Feuchtigkeit und Trockenheit; welches denn manche Veränderungen in ihrem Umfange verursachet; die Flächen nehmen zu einer Zeit an Grösse zu, und zur andern Zeit wieder ab. Daher komt es, daß das Zimmerholz in neuen Gebäuden, die Wände von tännen Bretern, das untere Getäfel und andere Tischerarbeit, die nicht von Holz gemacht sind, das geraume Zeit im Trocknen gelegen, oft mit Krachen von einander reissen, und die zusammen gefügten Stücke ihre Gleichheit und Festigkeit verlieren; daß ein Fenster, das zu einer Zeit leicht zugehet, zu einer andern zu breit zu seyn scheinet, und mit genauer Noth in seine Fuge gebracht werden kann; daß ein Faß, so zerlechzet ist,

im Wasser wieder verquillet u. s. w. Denn alle diese Begebenheiten sind nichts anders als Ausdehnungen, die durch die Feuchtigkeit vermehret oder durch die Trockene vermindert worden.

Dergleichen Unordnungen würden bey weiten nicht so beträchtlich seyn, als sie wirklich sind, wofern die Verminderung oder die Vermehrung der Oberflächen allenthalben überein und zu gleicher Zeit geschähe; bey denen Werken, die aus einem einzigen Stück bestehen oder zusammen geleimt worden, würde nur eine Veränderung in Ansehung der Grösse sich ereignen, welche öfters von geringer Erheblichkeit seyn würde: weil aber die eine Seite feucht und grösser wird, da die andere inzwischen trocken und ohne Verminderung bleibt, so entstehen Risse, Krümmungen und Verwerfungen daraus. Daher läuft das unterste Getäfel von aussen krumm, wenn die Oberfläche, so eine feuchte Mauer berühret, ausgedehnter bleibt als die andere; und eine Thür verwirft sich, wenn die Stücke, woraus sie bestehet, den Eindruck der Luft nicht überein annimt oder davon befreyet bleibt.

Der Gebrauch der Oelfarben und der Firnisse hilft dergleichen Beschwerlichkeiten ziemlich gut ab: indem also die Luftlöcher des Holzes mit einer Materie verstopfet werden, in welche das Wasser nicht eindringen kann, so hält man nicht allein die Feuchtigkeit vom Eindringen zurücke, sondern es kann auch diejenige, welche zu der Zeit, da man mit der Malerey fertig ward, sich darinnen befand, nicht wieder heraus kommen, mithin ist dieses ein Mittel, Sachen, so nur durch die Trockenheit oder Feuchtigkeit verändert werden können, beständig überein zu erhalten.

Es

Es ist etwas wunderbares, daß Wassertheilgen, die sich in eine feste Materie hinein ziehen, vermöge ihrer kleinen vervielfältigten Kräfte ihre Ausdehnung vermehren können, ohnerachtet des überaus starken Widerstandes, welcher sich zuweilen anstränget, um dieselbe in ihrer Ausdehnung zu erhalten. Man hat Seile, die mit Fleiß benetzet worden sind, mit Verkürzung ihrer Länge aufschwellen, und erstaunliche Lasten herbey rücken sehen zu demjenigen unbeweglichen Punct, wo sie befestiget worden. Eine ähnliche Erfahrung, welche eben so wohl Aufmerksamkeit verdienet, trägt sich täglich vor den Augen solcher Leute zu, die nicht alles, was dabey schön ist, bemerken, nämlich in den Steinbrüchen, allwo man die Mühlsteine zuhauet. Dergleichen Steine sind sehr hart, und man pflegt sie nicht mit der Säge zu schneiden. Man suchet einen Block aus, den man in Gestalt einer Walze von geziemenden Durchmesser ausarbeitet. So lange als er auf seiner Grundfläche ruhet, so theilet man ihn durch kreisförmige und gleichweit abstehende Einschnitte ab, die in einer solchen Entfernung von einander stehen, daß eine gewisse Anzahl Mühlsteine davon gemacht werden können: da aber diese Einschnitte nicht bis auf die Achse der Walze hinein gemacht werden können, so bleibet ein Kern übrig, welchen man absprengen muß bey jedem Stück, das man losmachen will; zu dem Ende füllet man alles dasjenige, das man ausgemeiselt hat, mit Keilen von weichem recht trocknen Holze aus, deren Umfang man nachher vermehret, indem man sie durch Besprengen oder auf andere Weise naß machet.

Bey dieser Arbeit ist dieses das Wunderbarste, daß weder die Schwere noch die Härte eines solchen Steins die

die Feuchtigkeit verhindern kann in ihrer Wirkung auf das Holz, und daß sich solcher durch ein so schlechtes und dem Ansehen nach so schwaches Mittel von dem Block absondern lässet, davon er einen Theil ausmacht.

Zweyter Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 31. Man setze an die Stelle der gläsernen Röhre bey dem vorigen Versuch diejenige, welche durch die 2 Figur Taf. *VI.* vorgestellet worden. Oben ist sie mit einem krystallenen Fläschgen versehen, dessen Boden von Büffelsleder ist, worein man ohngefähr zween Finger hoch Quecksilber gethan hat.

Erfolg.

So bald der Stempel der Luftpompe nur ein oder zweymal herausgezogen worden, so gehet das Quecksilber durch das Leder und fället in kleinen Kügelgen herab, welche einen Silberregen vorstellen.

Erklärung.

Das Büffelsleder, welches in dem kleinen Fläschgen den Boden abgiebt, ist wie das Leder von allen andern Thieren sehr durchlöcherig; das darauf liegende Quecksilber ist nicht in so grosser Menge vorhanden, daß es den Durchgang vermittelst seines eignen Gewichts erzwingen könne; wenn man aber den Druck der äussern Luft mit zu Hülfe nimmt wie bey dem vorigen Versuche, alsdenn machen sich seine Kügelgen Luft, und

ahmen im Herabfallen einen Silberregen nach vermöge ihrer Anzahl und ihrer Farbe.

Anwendung.

Das Leben der Thiere wird durch die Speisen erhalten; aber von allem dem, was sie als Nahrungsmittel zu sich nehmen, wendet die Natur nur einen kleinen Theil zur Erhaltung desjenigen Körpers an, welcher sie verdauet. Wenn sie das erfoderliche ausgezogen und nach ihren Absichten vertheilet hat, so hat sie gewisse Wege, wodurch sie sich von dem überflüßigen zu entledigen weiß: man sollte leichtlich glauben, die überall bekannten Ausführungen wären auch diejenigen, welche das meiste von diesen überflüßigen Dingen fortschaften; es giebt aber deren noch andere, die man nicht so deutlich gewahr wird, und die dennoch mehr dabey thun, weil sie beständig geschehen. Die so genannte **Transpiration** ist nichts anders als eine Ausdünstung der überflüßigen Säfte, welche größtentheils durch die Schweißlöcher der Haut vorgehet; wofern sie so beschaffen ist, daß sie die Oberfläche des Körpers merklich feucht machet, so wird sie eine **merkliche Ausdünstung** oder **Schweiß** genennet; dieser Zustand ist aber nicht natürlich, er setzet eine heftige Bewegung oder eine ausserordentliche Erschütterung in den innern Theilen voraus; es ist jedoch das ruhigste und gesundeste Thier nicht einen Augenblick frey, da es nicht auf eine zwar wenig merkliche Art ausdünstete, die aber mit der Zeit so viel beträgt, daß nach den vom **Sanctorius**, vom Herrn **Dodart** und einigen andern Personen sorgfältig angestellten Versuchen von acht Pfund Nahrungsmitteln, die ein Mensch binnen

24 Stunden zu sich genommen, durch die unmerkliche Ausdünstung deren 5. wieder fortgegangen.

Man darf sich daher über das Abnehmen und Mattigkeit derer nicht verwundern, welche allzu lange Zeit keine Speisen zu sich genommen, oder nur solche Dinge geniessen, welche wenig beytragen können zur Ersetzung derer Säfte, welche ohnaufhörlich durch die Ausdünstung verloren gehen: hingegen hat man Ursach in Verwunderung zu gerathen, wenn man siehet, daß schlafsüchtige Menschen und gewisse Thiere, als z. B. die Murmelthiere, Rätzer u. d. gl. etliche Monate schlafen ohne die geringste Speise zu sich zu nehmen.

Diejenigen, welche dergleichen lebendige und schlafende Körper gesehen, haben wahrnehmen müssen, daß ihr Zustand mehr einem allgemeinen über den ganzen Leib sich erstreckenden Erstarren als einem natürlichen und gemeinen Schlaf ähnliche. Bey einem Thiere, das nach dem ordentlichen Lauf der Natur eingeschlafen, geschiehet das Athemholen merklich und häufig; die Wärme und Weichlichkeit der Glieder bezeugen, daß die Säfte sich bewegen und frey umlaufen; es ist so zu reden nicht mehr als ein Schritt vom Schlaf zum Aufwachen zu thun; es hält also die Ausdünstung beständig an, weil ihre Ursachen beynahe noch immer überein sind: bey einem Schlafsüchtigen hingegen verhält es sich ganz anders; alles befindet sich da in einer fast gänzlichen Unthätigkeit; er ist von einem Todten durch nichts unterschieden als durch ein Ueberbleibsel von Bewegung, welche man kaum spüret, und die oft gar nicht wieder belebet wird: oder wofern sie endlich auch wieder auflebet, so zeigen die äusserste Magerkeit und die grosse Schwäche des Kranken bey seinem Er-

wachen den Verlust deutlich genug an, den er erlitten hat an seiner Kraft durch eine zwar langsame aber allzulange Ausdünstung. Ich habe bisweilen einige von der Art von Rätzern, die man Murmelthiere nennet, beobachtet; die Erstarrung, worinnen sie sich befanden, machte ihnen die Glieder so steif, als ob sie gestorben wären; kaum schienen sie wärmer zu seyn als das Mauerwerk, von wannen man sie weggenommen hatte; es war fast kein Zeichen einer innerlichen Bewegung vorhanden, und sie befanden sich in einem so harten Schlaf, daß man mit ihnen auf allerhand Art handeln und sie so gar verwunden konnte, ohne daß sie aufwachten. In einem solchen Zustande wird sehr wenig bey dem Thiere zerstreuet; es kann sich daher eine Zeitlang ohne Nahrung erhalten, und lebet auf solche Weise nur allemal zu derjenigen Jahrszeit, da die Ausdünstung am schwächsten ist, das ist, so lange es kalt ist.

Bey der grossen Sommerhitze dunstet man mehr aus, und gemeiniglich isset man da weniger als bey jeder anderer Witterung; die Theile des Magens, welche zur Verdauung der Speisen bestimmet sind, werden eben zu der Zeit schlaff, da sie am aller nothwendigsten ihr Amt verrichten sollten; die Thiere sind alsdenn weniger bey Kräften, weil sie mehr verlieren und weniger ersetzen, als zu jeder anderer Zeit: die Lust und die Nothwendigkeit zu essen sind also nicht einerley Dinge.

Wenn die Haut der Thiere Schweißlöcher hat, welche die Säfte von innen heraus durchlassen, so ist sie hinwiederum auch mit andern versehen, welche den Durchgang gewissen Materien verstatten, die von aussen hineinwärts wirken; die Arzneykunst lässet äusserlich

lich Mittel gebrauchen, welche ihre Wirkungen bis auf die innersten Theile erstrecken, und also in Ansehung dieser letztern Art von Porosität nicht den geringsten Zweifel übrig lassen.

Dritter Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 33. Man legt ein Ey in einen gläsernen Becher voll hellen Wassers, worüber man eine Glocke stellet auf den Teller der Luftpompe, wie *Fig. 3.* Taf. *VI.* zeiget.

Erfolg.

Wenn man den Stempel anfängt zu bewegen um einen Theil der Luft unter der Glocke heraus zu ziehen, so wird die ganze Oberfläche des Eyes mit Luftbläsgen bedeckt, die sich nach und nach davon absondern, um sich nach der Oberfläche des Wassers zuziehen; an etlichen Orten des Eyes bemerket man gleichsam kleine Luftstrahlen, welche aus einer ununterbrochnen Reihe von kleinen Kügelgen enstanden sind.

Erklärung.

Die Eyerschale ist durchlöcherig, deswegen dunstet in wenig Tagen ein Theil der Bestandtheile des Eyes aus, welche sogleich durch die umgebende Luft wieder ersetzet werden. Diese also in dem Ey befindliche Luft gehet nicht wieder heraus, so lange sie durch den Druck des Dunstkreises zurück gehalten wird: so bald man aber

aber diesen Druck vermindert oder gar aufhebt, wie geschiehet, wenn man die Luft unter der Glocke herausziehet, welche das Wasser gegen die ganze Oberfläche des Eyes treibet; alsdenn bestrebet sich die innere Luft, vermöge einer zu seiner Zeit zu erklärenden Eigenschaft heraus zu dringen, und zeiget bey ihrem Ausgang die Dunstlöcher der Eyerschale deutlich an, wodurch sie in dasselbe hinein kommen ist. Die mehresten dieser Dunstlöcher sind so klein, daß die Luft nicht anders als in unmerklichen Theilen hindurch gehet; allein das Aneinanderhangen dieser Theile hält sie so lange zurück, biß der durch eine genugsame Anzahl derselben vergrösserte Umfang genöthiget wird sich obenhin auf das Wasser zu setzen, vermöge des Unterschiedes, welcher sich zwischen der besondern Schwere der beyden flüßigen Wesen befindet.

Die Durchlöcherigkeit ist nicht durchgängig überein, es giebt Oerter, wo diese kleinen Durchgänge weiter sind, und wodurch die Luft frey genug und in ziemlicher Menge hindurch gehet, um sich auf einmal nach ihrer grössern Leichtigkeit zu richten; welches denn diese kleinen Luftspringe an unterschiedlichen Orten verursachet. Das Wasser, welches man in den Becher thut, darinnen das Ey ganz eingetunkt seyn muß, dienet blos dazu, damit man die aus der Eyerschale fahrenden Luftkügelgen wahrnehmen könne, welche man nicht bemerken würde, wofern sie unmittelbar in die Luft unter der Glocke übergingen.

Anwendung.

Die Eyer, welche denjenigen Theil noch nicht verloren haben, den man die **Milch** nennet, und sogleich

findet, indem man sie öfnet, wenn sie noch nicht zu sehr gesotten sind, heiset man frische Eyer; also möchte man ohne auf die angegebne Zeit zu sehen, auch diejenigen Eyer frisch nennen, welche schon vor geraumer Zeit gelegt worden, bey denen man aber diese Zerstreuung der Bestandtheile verhütet hätte, als welche nur aus der Ausdünstung entstehet, welche ziemlich geschwind durch die Dunstlöcher der Eyerschale geschiehet. Es ist nicht nur etwas merkwürdiges Eyer in Ansehung ihrer Eigenschaften frisch zu erhalten, die der Zeit nach alt sind, sondern es ist auch ein wirklicher Vortheil dabey, wenn man sich eine Speise allezeit in gutem Zustande verschaffen kann, dabey öfters ungewiß ist, ob sie noch gut sey, wenn man sie lange Zeit aufgehoben hat. Auf den Reisen zur See und in den Jahrszeiten, da die Hühner gar nicht oder nur selten legen, ist ein Vorrath von Eyern, die eben so gut sind, als ob sie erst gelegt worden wären, eine wirkliche Beyhülfe. Herr **von Reaumur**, welcher seine Untersuchungen nie auf blose neugierige Betrachtungen richtet, giebt uns ein Mittel an, das eben so ungekünstelt als es sicherer scheint als alle diejenigen, so man vor ihm ausgesonnen hatte.

S. VIII Th. S. 33. Er giebt den Rath, man solle die Dunstlöcher des Eyes mit einem solchen Anstrich verstopfen, der im Wasser nicht aufgelöset werde, und einige Festigkeit habe, damit dasjenige, was aus dem Ey von innen heraus ausdünsten will, dieselbe Materie nicht auflösen möge, welche sich in die Dunstlöcher als so viel kleine Stöpsel eingedruckt haben möchte. Zween oder drey Anstriche von dem gemeinsten Firniß, eine leichte Ueberstreichung mit Schöpsentalk oder auch

nur mit warmen Wachs, das am Schmelzen ist, sind solche Mittel, welche sich gleich gut hierzu schicken; und ich kann aus meiner eignen Erfahrung versichern, daß ein also fünf oder sechs Monat hindurch aufbehaltenes Ey noch milchicht sey und nicht den geringsten übeln Geschmack habe.

Die auf jetzt angezeigte Art überfirnißten oder überstrichnen Eyer haben nicht nur den Vortheil, daß sie sich gut erhalten und als frische zum Essen tauglich sind, sondern sie haben auch den Nutzen, daß man sie nach einer solchen Zeit zum Ausbrüten unterlegen kann, da man sonst ohne diese Vorsorge mit Grund befürchten müßte, daß sie verdorben seyn möchten. Es ist dieß also ein neues Mittel um zu versuchen, ob man nicht solche fremde Vögel aufziehen könne, welche man nicht anders als mit vieler Mühe und Schwierigkeit lebendig anders wohin bringen kann, die sich auch gemeiniglich ausser ihrem Lande nicht paaren. Ihre überfirnißte Eyer werden sich leicht überbringen lassen und nach einer langen Ueberfart noch zum Ausbrüten tüchtig seyn; es ist ja auch bekannt, daß eine Art die Eyer der andern ausbrütet, wie denn eine Henne Enten, Fasanen u. a. ausbrütet. Nur muß man in dergleichen Fall nicht vergessen, daß man den Firniß jedem andern Anstrich vorziehe, welcher warm darauf getragen würde, und das Vögelgen tödten könnte; ingleichen daß man den Firniß selbst, welcher die Eyerschale bedecket, wieder herab mache, wenn man Willens ist die Eyer andern Geflügel zum Ausbrüten unterzulegen. Denn diese Ausdünstung, die man bis dahin aufzuhalten Ursach hatte, wird nun beym Ausbrüten unentbehrlich; und eben dieses sind noch zween durch die Versuche des

Herrn

Herrn von Reaumur bestätigte Sätze, 1) daß ein überfirnßt Ey einem ausbrütenden Geflügel vergeblich untergelegt werde; 2) daß ein solches, das überzogen gewesen und es nicht mehr ist, eben so gut ausgebrütet werde, als wenn es nicht überstrichen worden wäre.

Vierter Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 34. Man schreibe oder zeichne auf ein Stück weiß Papier, was beliebig ist, mit einem hellen unfarbigen Wasser, das aus destillirten Weineßig und Silberglette zubereitet worden; man lege dieses Papier, worauf sich kein Merkmaal von einiger Schrift befindet, wenn es trocken geworden, in die ersten Blätter eines Buches von 400 bis 500 Seiten; hernach bestreiche man vermittelst eines Schwämmgens das letzte Blat dieses Buches mit einem andern Wasser, welches eben so wenig gefärbt ist als das erste, und aus Rauschgelb (Operment) lebendigem Kalch und gemeinem Wasser zubereitet wird; und halte das Buch drey oder vier Minuten lang verschlossen *Fig. 1.* Taf. *VII.*

Erfolg.

Wenn man das in das Buch gelegte Papier wieder heraus nimt, so findet man alles das schwarzbraun gefärbt, was man mit dem ersten Wasser darauf geschrieben oder gezeichnet hatte; und in dem ganzen übrigen Buche wird man kein dergleichen Merkmaal gewahr.

Erklärung.

Diese beyden Wasser, welche man **sympathetische Dinten** zu nennen pfleget, sind von einer solchen Beschaffenheit, daß sie überall, wo man sie mit einander vermischet, eine Farbe zeigen, die weder das eine noch das andere gehabt, ehe sie zusammen gekommen. Dieser Erfolg ist ihnen mit verschiedenen andern Wassern gemein, davon wir die Ursache anzugeben versuchen werden, wenn wir von dem Licht und den Farben handeln. Das letztere von diesen beyden Wassern giebt einen sehr durchdringenden Dunst von sich, den man am Geruch wahrnimt, der in sehr kurzer Zeit sich mitten durch die Blätter des Buchs ziehet. Nun ist aber der Dunst eines Wassers das Wasser selbst, das in sehr kleine Theile zertheilet worden, und in diesem Zustand ist er gleicher Maassen geschickt sich mit demjenigen zu vereinigen, das man von dem erstern auf das weisse Papier gestrichen hat; es geschiehet also daselbst eine Vermischung von beyden, welche unter derjenigen Farbe erscheinet, die sie allemal hervorbringen müssen, so oft sie zusammen vereiniget werden. Da nun also diese Farbe schlechterdings von beyder Vereinigung abhanget, so hat der Dunst bey Durchdringung durchs Buch keine Merkmaale seines Durchgangs zurück lassen dürfen, dieweil man annimt, daß die Blätter nichts von dem ersten Wasser enthalten haben.

Anwendung.

Seitdem man alle diejenigen verborgenen Eigenschaften aus der Naturlehre verbannet hat, worauf man sich bey Ertheilung der Antwort auf alles berief,

die doch in der Sache selber demjenigen von nichts einigen Grund angab, welcher klare und deutliche Begriffe verlangte; so darf man die Sympathie und Antipathie nicht mehr für die Ursachen einiger Erscheinung annehmen, es sey dann, daß man diese Worte nach einer abgekürzten Redensart für die mechanische Wirksamkeit eines Körpers auf einen andern nehme, als wenn man sagt, **dergleichen Arzneymittel oder dergleichen Speise ist der Brust, dem Magen u. s. w. günstig**, so will man mit einer solchen Redensart zu verstehen geben, man habe davon einen guten Erfolg zu hoffen, damit man nicht umständlich erklären dürfe, wie diese Wirkung sich zur Erhaltung oder zur Stärkung äußere. Wofern aber jemand, zum Beweis des vorigen Versuches gesagt hätte: das zweyte Wasser bringe das erste zum Vorschein, weil es gegen dasselbe eine verborgene Neigung hege, der würde so viel als nichts für diejenigen vorgebracht haben, welche eine verständliche Erklärung verlangen; man würde von ihm fodern, er solle besonders oder wenigstens überhaupt anzeigen, worinnen eine solche verborgene Neigung bestünde; seine Gründe würden nicht eher gefallen, bis er sie auf bekannte Grundsätze gegründet haben würde: denn wofern er bey seiner Erklärung etwas in der Naturlehre unerhörtes annehmen würde, so müßte er solches weiter beweisen, ohne welches es nichts anders als ein angenomner Satz seyn würde, der keine Stärke zu beweisen hätte.

Gemeiniglich ist die Schwierigkeit bey der Erklärung gewisser Begebenheiten, die mit den ordentlichen und bekannten Gesetzen der Natur sich nicht wohl zusammen reimen, die Ursache, warum manche ihre Zuflucht

flucht zu den Sympathien und Antipathien nehmen; diejenigen aber, welche sich derselben also bedienen, sind oft wenig in diesen Gesetzen unterrichtet, und wissen die Erkenntniß derselben nicht recht anzuwenden. Ein Mensch, der hierinnen unterrichtet ist, siehet ein, daß uns wenig Eigenschaften der Körper bekannt sind, daß sich solche jedoch auf vielfältige Art anwenden lassen: sie zeigen sich an so viel verschiedenen Orten, daß er kaum glauben kann, daß er sie je fehlerhaft antreffe; ohne sich zu schmeicheln, daß er sie alle kenne, erlaubet er sich nicht leichtsinniger Weise die Freyheit neue zu erdenken; er glaubet vielmehr, er erblicke sie nicht allezeit allda, wo sie wirklich vorhanden sind, und daß dasjenige, was er nicht wahrnimt, einem andern glücklichern oder scharfsichtigern Kopfe vorbehalten sey.

Oft sind jedoch, wie nicht zu leugnen ist, die Begebenheiten gar nicht zu erklären, weil sie falsch oder größer vorgestellet sind; alsdann handelt man klüglich, wenn man erst der Sache gewiß zu werden suchet, ehe man so viel Mühe zu deren Erklärung anwendet. Diejenigen, welche davon Nachricht ertheilen, haben etwas zu sehen geglaubt, das sie nicht gesehen, und zwar aus Mangel der Einsicht oder der Aufmerksamkeit; oder sie erzählen es Leuten nach, die Vortheil darinnen suchen oder nicht glaubwürdig sind. Wofern nun noch die Leichtglaubigkeit, die Liebe zum Wunderbaren zur Unterstützung der Unwissenheit und des Vorurtheils komt, so nimt man alle leere und kindische Einbildungen und alle Vergrößerungen, die mündlich fortgepflanzet werden, und die mit der Länge der Zeit und wegen des Ansehens einer Person Glauben finden, der man Einsicht zutrauet, welche sie nicht besitzet, als ausge-

ausgemachte Begebenheiten an. Ich will hier der vorgegebnen Unmöglichkeit nicht gedenken zwo Saiten auf einer Geige überein zu stimmen, deren eine aus Schaafsdarm und die andere aus Wolfsdarm gemacht worden; noch der eingebildeten Gefahr, die davon entstehen soll, wenn man Urin oder Blut ins Feuer schütte; auch nicht der Heilung, die man sich von gewissen Früchten verspricht, so man bey sich in der Tasche führet oder in einen Brunnen wirft; noch einer großen Menge anderer dergleichen Hülfs- oder Verwahrungsmittel, dabey das Lächerliche jederman in die Augen fället, die sich auch auf keine Erfahrung gründen, die man anführen könnte.

Wer hat aber nichts von jenem berüchtigten **sympathetischen Pulver** und dessen wunderbaren Wirkungen gehört? Man weiß, daß es nichts anders als ein an der Sonne verkalchter und zerriebner Vitriol sey; diese Bergart besitzet eine zusammenziehende Kraft; wenn man solches auf eine Wunde legt, so pfleget es dieselbe auszutrocknen, und sie in kurzer Zeit zuzuheilen: in so weit spüret man nichts von einer Sympathie in demjenigen Verstande, wie man sie nimt. Wenn man dieses Pulver nicht gar weit von dem Verwundeten auf ein linnen Tuch bringt, das mit dem noch warmen Blut desselben benetzet worden, so geschiehet es zuweilen, daß die Wunde auch davon Empfindung hat; auch hierbey ist noch nichts sympathetisches anzutreffen als nur für diejenigen, welchen unbewußt ist, daß der klar zerriebne Vitriol in unmerklichen Theilgen ausdunste, welche die da herum befindliche Luft in der Nähe ausbreitet, und die sich vorzüglich an die feuchten Oerter anhängen. Das

Wunderbare von dieser Operation aber ist, wenn dieses Pulver seine Wirkung auf eine große Entfernung als von 4. 6. oder 10 Meilen erstrecket.

Es ist gar nicht zu vermuthen, (wie man eingestehen muß,) daß man jemals eine solche Erscheinung mit einiger Wahrscheinlichkeit aus den ordentlichen und bekannten Gesetzen der Natur erklären werde; aber was hat man auch für Ursache wegen der Erklärung dieser vorgegebnen Erscheinung sich Mühe zu geben, wofern sie nichts anders ist als eine von einem Marktschreyer übertriebne Praleren, die blindlings durch die Leichtglaubigkeit und durch die Begierde allerhand Wunderdinge zu hören und auszubreiten unterstützet worden? Dieß ist das Urtheil, so man nach der Meynung derer davon zu fällen hat, welche blos ihren eigenen Augen Glauben beymessen wollen (*). Wieviel dergleichen Hirngespinste würden verschwinden, wofern man in Erzählung der Begebenheiten und ihrer Umstände aufrichtig zu Werk ginge?

So gewiß wir nun einsehen, daß die Durchlöchrigkeit eine allen Körpern gemeine Eigenschaft sey, so wenig ist uns die bestimmte Anzahl ihrer Dunstlöcher bekannt. Da alle Materie schwer ist, und die Schwere nur dem zukomt, was materiell ist, so sehen wir wohl ein, daß ein Körper weniger leeren Raum habe als ein anderer, wenn er bey gleichem Umfang mehr wiegt als derselbe: diese Vergleichung aber lehret uns nur ihre Durchlöchrigkeit, die sie gegen einander haben; sie zeigt uns nicht an, daß in einem von beyden so oder so viel feste Theile vorhanden seyn, welches uns deutlich belehren würde, wie sehr durchlöchrig er wäre.

Das

(*) Man sehe des Lemery Cours de Chymie p. 492.

Das wahre Mittel, solches zu erfahren, möchte wohl dieses seyn, wenn man eine solche Materie hätte, welche durchaus dichte, und bey welcher die Größe und die Schwere schlechterdings überein wären: denn wenn man ein Stück von solcher Materie mit einem gleichen Umfang einer andern Materie vergliche, und wofern diese z. B. nur halb so viel wöge, so hätte man Grund daraus zu schließen, nicht nur, daß selbige noch einmal so dicht wäre, wie wir gemeiniglich schließen, sondern man würde auch überdieß den eigentlichen Werth von diesem wenigern wissen, und es als etwas gewisses ansehen, daß die Durchlöchrigkeit obbesagten Materie ihrer Dichtheit gleich sey; weil von der Schwere, als einer Eigenschaft, die man als von materiellen Theilen unzertrennlich betrachten kann, dabey nur halb so viel bemerket werden würde, als in einem gleichen Umfang, den man von der ganzen Materie annimt.

Es wird aber ein Körper von dieser Art allezeit nur etwas eingebildetes bleiben, das man nie wirklich vorzeigen kann; es ist uns nichts dergleichen in der ganzen Natur bekannt. Das Gold ist unter allen materiellen Wesen, die wir kennen, das dichteste, das unter einem bestimten Umfang die meiste Materie enthält; es giebt keine bekannte Materie, davon ein Cubikzoll so viel am Gewichte hält als ein Cubikzoll Gold. Inzwischen ist dieses Metall doch durchlöchrig, weil das Quecksilber im Augenblick sich hinein zieht, und das Königswasser, dessen man sich zur Auflösung desselben bedienet, von einer Fläche zur andern bis auf die letztere wirket. Einige Naturforscher (*) sind so gar in ihren Muthmasungen so weit gegangen, daß sie dafür

(*) Newton Abhandlung der Optik. B. 2. Th. 3. Satz 8.

dafür gehalten, es könne sich in dem Golde so viel leerer Raum als Dichtheit befinden. Was werden wir uns für einen Begriff von der Durchlöchrigkeit der andern Körper zu machen haben? z. B. von dem gemeinen Wasser, welches ohngefähr neunzehen mal leichter ist als das Gold; oder von der Luft, welche 800 mal weniger Dichtheit besitzet als das Wasser?

Eine Materie ist nicht allezeit blos deswegen durchlöcheriger als eine andere, weil sie weitere Dunstlöcher hat; die Anzahl ersetzet zum öftern oder übertrift auch wohl gar bey einer dasjenige, was bey der andern die Größe thut. So sehr auch ein Gorkstöpsel in dem Halse einer Flasche zusammen gedruckt ist, so wird er doch nie so dicht als ein Stück Holz von einer andern Art; wenn auch gleich sein Umfang durch die Zusammenpressung vermindert wird, so wird es dadurch nie so schwer als z. B. das Eichenholz; seine Durchlöcherigkeit ist daher allzeit größer; inzwischen wird weder das eichene noch sonst ein ander dergleichen Holz nie so gut gebraucht werden können als der Gork, um die Ausdünstung eines in einem Gefäß enthaltenen Wassers zu verhindern: es ist demnach mehr als wahrscheinlich, daß wofern in einem von beyden der Innhalt der leeren Räume größer ist, solches nicht so wohl von der Weite als von der Anzahl der Dunstlöcher herrühre. Wenn das Königswasser, welches Gold auflöset, in einen Klumpen Silber nicht eindringen will, wird man wohl sagen, es habe dieses letztere Metall seiner kleinern Schwere wegen weitere Dunstlöcher als das erstere? Warum kann dasjenige, was in dieses eindringet, sich nicht auch in das andere hineinziehen, wofern seine weiter auseinander stehenden Theile, wie man

annimmt,

annimt, dem auflösenden Mittel mehr Gelegenheit geben es anzugreifen? Sollte man nicht lieber sagen, die leeren Räumgen in dem Silber wären nicht so groß als die in dem Golde, wohl aber zahlreicher?

So weit lässet sich die Erklärung endlich noch hören. Wofern man aber zur Antwort giebt, das gewöhnliche Scheidewasser, welches das Silber und die mehresten andern Metallen auflöset, greife das Gold nicht an; so muß man zugestehen, daß die verschiedene Größe der Dunstlöcher einen ziemlich schwachen Grund abgebe: denn warum sollte das, was sich in eine engere Oefnung hinein ziehen kann, nicht auch in eine weitere eindringen können? Sollte es wohl daran liegen, daß eine genauere gleiche Verhältniß zwischen den kleinen Stacheln des auflösenden Mittels und den Dunstlöchern der aufzulösenden Materie erfodert werde? oder sollte es etwa auch nöthig seyn die Gestalt mit der Größe zu verbinden, wenn diese Erklärung hinlänglich unterstützt werden sollte?

Es ist gar kein Zweifel, daß eine Materie nicht vermöge der Gestalt ihrer unmerklichen Theile von einer andern unterschieden seyn sollte; und eben daher, weil sie in verschiedenen Körpern verschiedentlich gestaltet sind, folget, daß die Dunstlöcher in beyden verschiedene Gestalten annehmen müssen. Vermittelst dieses Grundsatzes, welcher unwidersprechlich ist, begreift man leicht, daß wenn sich ein dichtes Theilgen in eins von den leeren Räumgen setzen oder von einem in das andere übergehen soll, es nicht nur eine ebenmäßige Größe sondern auch eine damit übereinkommende Figur haben müsse; und wenn es an einer von diesen beyden Bedingungen ermangeln sollte, die andere nicht vollkommen hinlänglich seyn könne. Hier ereignet sich nun der Fall,

da man sich genöthiget siehet zu bekennen, daß man bey gewissen und anderwärts zugegebnen Grundsätzen noch bey den Erklärungen zweifelhaft bleibe, wenn man diese Grundsätze nur als Muthmasungen anbringt, und die Erfahrung den Ausspruch nicht thut, ob man im Errathen glücklich gewesen sey.

Ob es uns übrigens gleich unbekannt ist, ob ein auflösendes Mittel wegen gleicher Verhältniß der Größe oder der Gestalt oder beyder zugleich auf eine Materie mehr als auf eine andere wirke, so ist die Sache dennoch bekannt genug, und die Künste haben schon seit geraumer Zeit sich solches zu Nutze gemacht.

S. VIII. Th. S. 35. Der Kupferstecher nimt eine Platte von dünnem und recht geglättetem Kupfer, überziehet sie ganz schwach mit einer Art von zubereitetem Wachs, das er an dem Rauch einer Wachskerze schwarz anlaufen lässet; nachher zeichnet er auf diese überzogne Oberfläche mit einem stählernen Griffel, welcher das Kupfer wieder entblößet durch eben so viele Züge als sein Riß erfodert; hierauf fasset er seine Platte mit einem Rand von weichgemachten Wachs ein; stellet sie Wagrecht, und gießt etwa 3 oder 4 Linien hoch Scheidewasser darauf, das um den dritten Theil oder um die Hälfte mit gemeinen Wasser geschwächet worden. In kurzer Zeit wird das mit dem stählernen Grabstichel entblösete Kupfer von dem auflösenden Mittel angegriffen und mehr oder weniger ausgehöhlet nach den Absichten des Künstlers, welcher die Dauer dieser Arbeit bestimmet, da inzwischen das Wachs, welches in dem Scheidewasser nicht aufgelöset wird, den Ueberrest der Oberfläche unverletzt erhalten wird. Auf diese Weise bereitet man eine metallene Tafel zu, damit man einerley Kupferstich drey bis vier tausendmal abziehen möge, indem man sie nach

und

und nach auf so viel Bogen Papier mit einer Presse aufdrucket.

S. VIII. Th. S. 36. Der Marmor ist in Ansehung des Wassers und vieler andern flüßigen Wesen undurchdringlich, allein er ist es nicht in Ansehung des Weingeistes, des Terpenthingeistes, und des geschmolznen Wachses; diese Ausnahmen haben sich scharfsinnige Personen zu Nutze gemacht, und als eben so viele Mittel gebraucht fremde Farben in das Innere des Marmors hinein zu bringen, und mit dem weißen die andern Arten nachzuahmen, die von Natur gefärbet sind. Weyland Herr **du Fay**, welcher sehr geübet war in Färbung der harten Steine, und der Akademie der Wissenschaften seine hierinnen gemachten Entdeckungen mitgetheilet hat (*), hat mir zu verschiedenen malen künstlich gefärbte Marmortafeln gewiesen, die vortreflich nachgeahmet und so stark durchdrungen waren, daß sie hernach, ohne den geringsten Verlust an ihren Farben zu erleiden, geglättet werden können.

S. VIII. Th. S. 37. Die Firnisse, deren man sich jetzt so stark bedienet, sind nichts anders als verschiedene Arten von Gummi, die man vermittelst eines auflösenden Mittels zerlässet. Eins zergehet in Weingeist, welches in denen Oelen unverändert bleibt, die man hingegen zur Zerlassung der andern mit gutem Erfolg gebrauchet. Die ganze Kunst bestehet darinnen, daß man wisse, in welcher Materie jedes sich auflösen lasse, und diese Wahl muß ohne Zweifel wegen des Unterschiedes getroffen werden, welcher sich zwischen der Durchlöcherigkeit der beyderley Gattungen befindet.

(*) In den Abhandlungen der Akademie vom Jahr 1728. S. 50.

Zweyter Abschnitt.

von der

Fähigkeit zur Zusammenpressung und der Schnellkraft der Körper.

Alles dasjenige, was wir bisher von der Durchlöcherigkeit gehandelt haben; hat uns bereits belehren müssen, daß die scheinbare Grösse eines jeden Körpers allezeit die wirkliche Menge seiner Materie übertreffe: und dieses Uebermaaß ist vielleicht so mannichfaltig als die Arten, woraus das ganze Weltgebäu bestehet; denn man trift selten zwo Materien an, die bey gleichen Umfängen gleichviel wiegen.

Diese Verhältniß des Umfanges zu der Masse nennet man eben die **Dichtheit**. Ein Körper ist dichter als ein anderer, wenn die wirkliche Menge seiner Materie nicht sonderlich verschieden ist von seiner scheinbaren Grösse; oder, welches eben so viel ist, wenn er unter einer gegebnen Grösse mehr derbe Theile enthält. Das Bley ist daher dichter als das Kupfer, die Luft ist nicht so dichte als das Wasser.

Es kann jedoch einerley Körper mit der Dichtheit abwechseln; das ist, indem sein Klumpen einerley bleibt, so kann sich sein Umfang ändern, so, daß er entweder grösser oder kleiner werde. Wenn ein Körper dichter wird, so kömt es daher, weil seine festen Theile sich in einen kleinern Raum zusammen setzen; und dieß kann auf zweyerley Weise geschehen, entweder wenn man eine innerliche Ursache hinweg räumet, wodurch sie von einander entfernt gehalten wurden, oder wenn man von aussen eine Gewalt anwendet, die sie zwinget näher an

einander zu rücken. Man kann diese beyden Arten den Umfang eines Körpers zu vermindern von einander unterscheiden, wenn man die erstere die **Verdickung** und die andere die **Zusammendrückung** nennet: (wiewohl es in der That eine Materie **verdicken** heiset, wenn man Anlaß zur Verminderung ihres Umfanges giebt, es geschehe wie es wolle) wenn man also Schnee in den Händen zusammen balget um einen Ball daraus zu machen, so heiset dieses ihn **zusammen drucken**; wenn man aber einen Liquor kalt werden läßset oder seine Wärme vermindert, welche die Theile ausdehnt, so heiset es ihn **verdicken.**

Es ist uns kein Körper in der Natur bekannt, (wenn wir die Theile des Urstoffes oder die Atomos, wofern es anders dergleichen giebt, ausnehmen) dessen Umfang wenigstens nicht auf eine von diesen beyden Arten und oft auch auf beyderley Weise vermindert werden könne. So hart auch nur eine Materie seyn mag, so ist sie doch nie vollkommen hart; ihre Stückergen sind allezeit mehr oder weniger ausgedehnt entweder vermöge einer innerlichen Bewegung, welche gehemmet werden kann, oder vermittelst der Wirkung eines fremden flüßigen Wesens, welches sie durchdringet, und das man durch eine äusserliche Kraft zurück halten kann. Ein Stab Eisen z. B. welcher so heiß gemacht worden, daß er glühet, wird je dünner und härter, je kälter er wird; dieweil seine Theile nach und nach sich näher zusammen ziehen, indem sie die heftige Bewegung verlieren, welche sie in dem Feuer erhalten hatten. Ein Schwamm, der durch das in ihm befindliche Wasser naß gemacht und ausgedehnt worden, nimt einen weit kleinern Raum ein, wenn man die flüßige

Materie, womit seine Dunstlöcher angefüllet sind, herausdrucket. Eine Marmor- oder Glaskugel, ja so gar ein Demant springen augenblicklich wieder zurück, wenn sie auf etwas eben so hartes geworfen werden; und wir werden bald zeigen, daß die Bewegung des Abprallens ein Beweis sey von der Fähigkeit der Zusammendrückung des abgeprallten Körpers.

Alle Körper überhaupt, in was für einem Zustand sie sich auch darstellen mögen, die derben, die flüßigen oder dünnflüßigen sind der Verdickung fähig. Ein Stück Marmor, und hauptsächlich schwarzer, wird merklich kleiner befunden, wenn es einige Zeit lang an einem Orte gelegen, der weit kälter ist als derjenige, allwo es sich befand, da man es anfänglich ausgemessen. Eine Blase oder ein Ballen, der im Sommer mit Luft angefüllt worden, wird den Winter hindurch schlaff; und der Liquor des Thermometers fället nicht eher in die Kugel herunter, als biß sein Umfang nicht mehr hinreichend ist denjenigen Theil der Röhre auszufüllen, den selbiger bey einer wärmern Witterung eingenommen hatte: wir versparen es aber weitläufiger von der Weise, wie die Körper verdicket werden, zu reden, biß wir von dem Feuer und der Hitze handeln, wodurch dieselben ausgedehnt werden.

Was die Zusammenpressung anbelangt, so kann man nicht sagen, daß sie der Materie, in allen ihren Umständen betrachtet, eben so allgemein zukomme: alle Körper sind der Zusammenpressung fähig, und biß hieher hat die Erfahrung noch keinen einigen hievon auszunehmen verstattet; die Luft lässet sich gar sehr zusammen drucken und thut vermöge dieser Eigenschaft erstaunende Wirkungen, die wir an ihrem Orte anführen

führen wollen. Mit andern flüßigen Wesen, als mit dem Rauch, mit der Flamme u. s. w. sind in dieser Absicht noch keine Versuche gemacht worden, ohne Zweifel darum, weil es sehr schwer und wahrscheinlicher Weise unmöglich seyn würde mit derselben allein Versuche von dieser Art anzustellen: was aber die dünnflüßigen Materien anbetrift, so haben solche noch nie an und vor sich einiges Merkmaal der Fähigkeit zur Zusammenpressung gezeigt, was man auch damit vorgenommen hat; es scheinet auch, als ob man anfänglich damit alles gethan habe, was nur möglich gewesen. Der Versuch der **Akademie del Cimento** ist so sinnreich als der Erfolg unerwartet seyn mußte; man nimt auch nicht wahr, daß jemand seit der Zeit, da man solchen gemacht hat, es besser habe zu Stande bringen können. **Newton** (*) führet denselben als etwas sehr merkwürdiges an, und versichert dabey, daß er es von einem Augenzeugen habe, eben als ob er besorgt habe, es möchte eine so wunderbare Sache in Zweifel gezogen werden. Was mich anlangt, so führe ich solchen als eine Sache an, die ich mit meinen Augen gesehen, und der Gebrauch, den ich davon in meinen Vorlesungen mache, hat schon viele dahin gebracht, daß sie solchen ebenfalls anführen. Es hat aber damit folgende Bewandniß.

Erster Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 37. **Man leget eine metallene Kugel, deren Weite man vorher genau aus-**

(*) Optica Lib. II. Part. 3. Proposit. VIII.

ausgemessen hat, die dünne genug ist, daß sie sich biegen lässet, die vorher mit Wasser angefüllet und dergestalt verstopfet worden, daß durch ihre Oefnung nichts heraus kommen kann, unter eine kleine Presse, welche *Fig.* 2. Taf. *VII.* vorgestellet worden.

Erfolg.

Wenn man anfängt die Presse zuzuschrauben, so wird die zusammen gedruckte Kugel ein wenig platt; und wofern man noch weiter zusammen drucket, so dringet das Wasser durch die Dunstlöcher, und komt auf der Oberfläche in kleinen Tröpfgen in Gestalt des Thaues zum Vorschein.

Erklärung.

Es ist eine ausgemachte Sache, daß ein kugelförmiger Raum bey gleichen Oberflächen mehr Materie in sich fasse als jeder anderer: daraus folget, daß ein Gefäß von einer solchen Gestalt, das dabey voll gefüllet ist, dieselbe nicht verlieren könne, es geschehe denn eins von diesen beyden, entweder daß es eine grössere Oberfläche bekomme, damit einerley Weite erhalten werde, oder daß die eingeschloßne Materie bey der Verminderung des Umfangs verdicket werde. Wenn das Wasser anfängt durch das Metall zu dringen, so befindet sich die Kugel ein wenig platt gedruckt; wenn man aber ihre innere Weite ausmisset, so befindet man sie noch eben so, wie sie vor Anstellung des Versuches war: man muß also eingestehen, daß dieser platte Druck blos von der Fähigkeit des Metalles sich auszudehnen

herrühre, und daß der Umfang des Wassers unter der Presse nicht merklich vermindert worden sey.

Boyle, der Freyherr **von Verulam** und einige andere Naturkündiger, welche versucht haben das Wasser in metallenen Büchsen zusammen zu drucken, haben einige Merkmaale seiner möglichen Zusammendruckung wahrzunehmen geglaubt; es muß aber wohl allem Ansehen nach das, was sie wahrgenommen haben der Biegsamkeit oder der Schnellkraft des Metalles zugeschrieben werden, oder auch der Schnellkraft einiger Luftbläsgen, die nebst dem Wasser in eben der Büchse eingeschlossen werden.

Zweyter Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 44. A B C D, *Fig.* 1. Taf. *VIII.* ist eine ziemlich dicke gläserne Röhre, welche von innen drey Linien im Durchmesser hält, sieben Schuh hoch, und wie ein Heber umgebogen ist; darein thut man anfänglich ein wenig Quecksilber, das die Krümme ausfüllet und sich in B C in Wasserrechten Stand setzet; den Theil C D füllet man mit Wasser an; die Röhre verstopfet man in D genau und feste, nachher schüttet man Quecksilber in den Arm A B, biß derselbe völlig angefüllet ist.

Erfolg.

Die Wassersäule, so sich zwischen C D befindet, widersetzet sich dem Druck des Quecksilbers dergestalt, daß ihr Umfang sich gar nicht merklich vermindert.

Erklärung.

Wir werden künftig bey Abhandlung der Hydrostatik zeigen, daß der Druck des Queckſilbers gegen das Waſſer in C dem Gewichte der in dem Theil A B der Röhre enthaltenen Säule gleich ſey. Nun iſt aber dieſe Säule von Queckſilber, welche ohngefähr 6 Schuh und 10 Zoll hoch iſt dreymal ſo ſchwer als der Dunſtkreis, welches eine ſehr groſſe Gewalt ausmacht; und weil ſolche nicht hinreichend iſt den Umfang des Waſſers, gegen welchen ſie wirket merklich zuſammen zu drucken, ſo iſt es ein Kennzeichen, daß die Theile der flüßigen Materien ſehr hart ſind, und daß die Materien, ſo ſich in dergleichem Zuſtand befinden, gar wenig biegſam ſind.

Anwendung.

Ob gleich bey den jetzt angeführten Verſuchen das Waſſer kein Merkmaal einer Verdickung wahrnehmen läſſet, ſo darf man daraus doch nicht ſchlieſſen, daß die flüßigen Materien nicht zuſammen gedruckt werden können, ſondern nur daß ſie der Gewalt, ſo man bisher gegen ſie angewendet hat, zu widerſtehen vermögend ſind. Alles bewegt uns zu glauben, daß ſie endlich auf eine merkliche Weiſe nachgeben würden, wofern es möglich wäre ſie ſtärkern Preſſungen zu unterwerfen, und daß ſie auch ſo gar denen nachgeben, die man anwendet, jedoch nur zu wenig, als daß man es wahrnehmen könne. Alle dichte Körper laſſen ſich zuſammen drucken, weil ihre Theile vermöge der Durchlöcherigkeit näher zuſammen rücken können; iſt aber wohl ein flüßiges Weſen etwas anders als eine Zuſammenſetzung von feſten Körpergen, welche wir nicht als ein-

fache

fache Wesen betrachten können sondern vielmehr als kleine Klümpgen, die aus Theilen bestehen, welche nicht so genau mit einander vereiniget sind, daß nicht leere Räumgen zwischen ihnen bleiben sollten. Wofern die Durchlöcherigkeit die grossen Körper der Verdickung fähig macht, sollte denn nun nicht eben dieselbe Ursache in den kleinern gleichen Erfolg haben? Alles was man hierauf zu antworten vermag bestehet darinnen, daß die Fähigkeit zur Zusammendrückung so wie die Grösse der Körper abnehmen müsse; das ist, daß die kleinsten am wenigsten biegsam sind; daß folglich die Theile eines Liquors, weil sie äusserst klein sind, die größte Gewalt aushalten können. Es folget aber auch aus eben dem Grundsatz, daß nichts schlechterdings der Zusammendrückung unfähig sey, als nur was schlechterdings einfach ist, dergleichen die Sonnenstäubgen, (atomi), oder die Urstoffe der Körper seyn würden, mit welchen wir keine Versuche anstellen können.

Für uns ist es etwas nützliches, daß alles was flüssig ist, dem Druck widerstehen kann, wodurch die andern Körper zusammen gezwänget und zermalmet werden; alles was wir aus den Gewächsen durch das Auspressen heraus bekommen, als Wein, Aepfel- oder Birnmost, mancherley Oel u. d. gl. würde sich nie von den derben Theilen, darinnen sie eingeschlossen sind, absondern lassen, wofern die flüßigen Wesen sich eben so wie jene zusammen pressen liessen; die unter die Kelter gebrachten Früchte würden darunter blos ihren Umfang verändern; die Leichtigkeit, die Säfte, welche die Natur daselbst zu unsern Nutzen zubereitet hat, heraus zu ziehen, gründet sich fast lediglich auf den Widerstand, den die flüßigen Dinge gegen die Zusammenpressung thun.

Man

Man muß sich allerdings verwundern, wenn man betrachtet, daß einerley Körper zur Zusammenpressung fähig oder unfähig ist, nachdem ein grösserer oder geringerer Grad Wärme ihren Zustand verändert; ein Stück Eis giebt Merkmaale der Zusammendrückung von sich; wird es aber in Wasser verwandelt, so ist es noch eben die Materie, aber sie lässet sich nicht mehr zusammendrucken; das Wachs, der Schwefel, das Metall u. a. m. zeigen eben dieß, wenn man sie aus dem Stande der Festigkeit in den Zustand der Flüßigkeit versetzet. Diese Erscheinung ist von Wichtigkeit und verdienet billig eine Erklärung. Zum Unglück können wir nichts als eine blose Muthmasung vorbringen, jedoch eine solche, die sich auf bekannte Grundsätze gründet, die sie wahrscheinlich machen.

Man kann behaupten, der natürliche Zustand fast aller Körper bestehe darinnen, daß sie dichte sind; wenn sie flüßig sind, so rühret es daher, weil sie durch eine fremde Materie in solchen Zustand versetzet werden, indem diese in ihr inneres Wesen eindringet, und vermöge ihrer Menge oder ihrer Wirksamkeit ihren Theilen eine grössere Bewegung beybringt, die alle Verbindung und fast allen Zusammenhang trennet. Auf solche Weise wird eine mit hinlänglichem Wasser begoßne Erde zu Schlamm, welcher auf eine abhängige Fläche herabfließt; das Wasser selbst höret auf Eis zu seyn, so bald als ein zärteres flüßiges Wesen, das unter dem Namen der **Materie des Feuers** bekannt ist, in genugsamer Menge in dasselbe eindringet, und hinlängliche Bewegung darinnen erreget, wodurch seine Theile von einander losgemacht werden können.

Fragt man nun, warum die derben Körper sich zusammen

sammen drucken lassen, und warum die flüßigen Dinge nicht eben dergleichen Eigenschaften besitzen? so möchte man ja wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit antworten. Bey den erstern wären so zu reden die Theile ununterstützt, oder würden nur durch eine flüßige Materie ohne Wirksamkeit unterstützet, welches dem geringsten Stoß sogleich nachgäbe, da hingegen bey den flüßigen Materien die am meisten zertheilten Klümpgen, die aus der Ursache schon nicht mehr so biegsam seyn, von einer im Ueberfluß vorhandenen flüßigen Materie unterstützet würden, deren Theile desto härter wären, je einfacher sie seyn. Wofern man in ein Gefäß eine gewisse Menge Kügelgen von Stahl oder von einer andern in Ansehung der Härte gleichgültigen Materie gethan hätte, so würden sie dem Zusammendrucken nicht merklich nachgeben, sie mögen nun entweder alleine sich da befinden, wenn sie nur einander berühren, oder mögen mit andern kleinern untermengt seyn, welche sie verhindern, daß sie sich nicht berühren können, wenn nur diese letztern selber unbiegsam sind *Fig.* 2. Taf. *VIII.*

Dritter Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 46. Man lässet auf ein Täfelgen von schwarzem recht ebenen Marmor, das ganz dünne mit Oel überstrichen ist, zu verschiedenen malen und an verschiedenen Orten ein elfenbeinern Kügelgen, welches ohngefähr drey Viertheil von einem Zoll im Durchmesser

messer haben mag, ohngefähr zween oder drey Schuh hoch herab fallen, *Fig. 3. Taf. VII.*

Erfolg.

Wenn man das Marmortäfelgen schief ansiehet, so wird man allenthalben, allwo die elfenbeinerne Kugel es berühret hat, ein rundes Fleck gewahr von ohngefähr zwo Linien im Durchschnitt; und dieses Fleck ist an denen Orten grösser, allwo die Kugel am höchsten herab gefallen ist.

Erklärung.

Das Elfenbein ist seiner ziemlichen Festigkeit ohnerachtet dennoch eine der Zusammenpressung fähige Materie; wenn es auf Marmor fället, so verursachet die Bewegung seiner Schwere, die es herab treibet, einen Druck, der einen grössern oder kleinern Theil dieser kleinen Kugel gegen ihren Mittelpunct hinstösset; und da diese zusammen gedrückten Theile so beschaffen sind, daß sie sich augenblicklich wieder herstellen, so bleibet kein Merkmal von dieser Zusammendrückung auf der Kugel übrig; es ist jedoch das Fleck, welches auf dem Marmor erscheint, ein unstreitiger Beweis von diesem verschwundenen platten Eindruck; wofern man anders nicht lieber sagen will, der Marmor sey eingedruckt und alsbald wieder in den vorigen Stand gesetzet worden, welches ebenfalls die Möglichkeit der Zusammenpressung eines sehr harten Körpers darthut: es geschiehet vermuthlich beydes zugleich, eben diese Zusammendrückung macht den Marmor hohl und die Kugel platt; unter diesen beyden Erfolgen ist der letzte

ausser Zweifel der beträchtlichste, wenn man davon nach Beschaffenheit beyder zusammen gedruckter Körper urtheilet; derowegen halten wir uns vorzüglich bey dem letzten am meisten auf; wie denn auch dasjenige, was wir nun beybringen werden, um zu zeigen, daß das runde Fleck den platten Eindruck der Kugel unstreitig beweise, wenn wir jetzt die Biegsamkeit des Marmors bey Seite gesetzt seyn lassen, uns ebenfalls auf einen Eindruck in den Marmor schliessen heiset, wofern man auf die Zusammendrückung des Elfenbeins nicht achten wollte.

Man weiß in der That, daß der Umfang eines Kreises, wenn man selbigen nach seinem ausgebognen Theile auf eine gerade Linie bringet, dieselbe nur in einem Punct G *Fig. 3. Taf. VIII.* berühre. Man weiß ferner, daß die kugelförmigen Oberflächen aus Kreislinien bestehen, wie die Ebenen aus geraden, und daß die Oberflächen sich eben so gegen einander verhalten wie die Linien, woraus sie zusammen gesetzet sind. Wofern der Kreis die gerade Linie nur in einem Punct berühret, so darf die elfenbeinerne Kugel bey unserm Versuch, wenn sie blos auf das Marmortäfelgen gelegt wird, dieselbe auch nur in einem Punct berühren. Wenn man sie darauf hat fallen lassen, und es zeiget sich, daß sie dasselbe in einer kreisförmigen Oberfläche von zwoen Linien im Durchmesser berühret habe, so muß man nothwendig einräumen, daß der erste Punct der Berührung g, *Fig. 3. Taf. VIII.* vermöge der Kraft der Zusammenpressung näher zu dem Mittelpuncte getrieben worden sey, und daß nach demselben auch die um ihn herum eben dergleichen Verrückung erlitten haben; welches denn einem merklichen Theil der

Ober-

Oberfläche Veranlassung gegeben, daß er sich an den Marmor angeleget, und seinen Eindruck auf dem leichten Anstrich des Oels, womit er überstrichen worden, zurück gelassen hat.

Anwendung.

Wofern man einen Körper auf dem ganzen Umfang seiner Oberfläche überein zusammendrücket, falls er der Zusammendruckung fähig ist, so kann daraus nichts weiter als eine Verminderung seines Umfangs erfolgen; weil alle entgegenstehende Puncte gleichen Kräften nachgeben, und ihre Stellungen gegen einander überein bleiben. So ist der Zustand derer Thiere beschaffen, welche in der Luft oder im Wasser leben; indem sie von allen Seiten von einem dieser flüßigen Wesen umgeben sind, so spüren sie den Druck gar nicht, ob er schon beträchtlich ist; dieweil sich solcher selbst das Gleichgewicht hält, und von allem dem, was er unter sich begreift, nichts aus seiner Ordnung bringt; wofern aber die Zusammenpressung von einer Seite stärker wird als von der andern, so bleibet es bey dem Erfolge nicht stehen, daß der Umfang kleiner wird, auch die Gestalt wird zugleich verändert, wie man es leicht an einer Bleykugel wahrnehmen kann, welche auf etwas hartes fällt und einen Theil ihrer kugelrunden Gestalt verlieret; oder bey einem Ballen im Ballhause, welcher oft an der Mauer ganz deutliche Spuren von seinem platten Eindruck zurücke lässet.

Von der Elasticität oder der Schnellkraft der Körper.

Unter allen Körpern, die sich zusammen drucken lassen, bleiben einige in dem Zustand, darein sie durch die Zusammenpressung sind versetzet worden, das ist, wenn sie ihre Größe oder Gestalt verändert haben, so beharren sie in solcher Veränderung, wenn die Zusammenpressung wieder aufhöret, gleichwie die Bleykugel, welche nach ihrem Fall platt gedruckt bleibet, und der Schneeball, welcher die Gestalt behält, die man ihm mit beyden Händen gegeben hat. Die andern hingegen stellen sich wieder her, und nehmen, nachdem sie zusammen gepreßt gewesen, ihren Umfang und eben die Gestalt wieder an, die sie zuvor gehabt haben, ehe solches geschehen. Von solcher Beschaffenheit ist die elfenbeinerne Kugel des vorhergehenden Versuches; eben so ist es auch mit einer Luftblase beschaffen, welche von dem Boden eines Gefäßes voll Wasser komt, und desto größer wird, je höher sie nach der Oberfläche empor steigt.

Die Körper der letztern Art werden **mit einer Schnellkraft begabte** oder **elastische Körper** genennet; denn die **Elasticität** ist nichts anders als diejenige Kraft, vermöge deren gewisse zusammen gedruckte Körper sich wieder in ihren ersten Zustand zu setzen sich bestreben. Diese Eigenschaft setzet also voraus, daß sie der Zusammendrückung fähig sind; und da die flüssigen Wesen es nicht auf eine merkliche Art sind, so muß man schließen, daß wofern sie auch eine Schnellkraft haben, ihre Gegenwirkung sich nur auf einen allzuklei-

nen Umfang erstrecke, daß er daher nicht sichtbar werden kann.

Selbst alle diejenigen Körper, welche elastisch sind, sind es nicht in gleichem Grad; es giebt solche, welche sich beynahe gar nicht in den vorigen Stand setzen, und alsdenn wird die Schnellkraft bey dem Gebrauch für nichts gerechnet; dergleichen Gattungen von Körpern nennet man **weiche**, welches nur allein einen Mangel einer solchen Schnellkraft anzeigen soll, die wirksam genug wäre, daß sie bemerkt zu werden verdiene.

Diejenigen Körper, bey welchen sich die Schnellkraft wahrnehmen lässet, wirken dagegen mehr oder weniger nach der Härte, der Steife, oder der Einrichtung ihrer innerlichen Theile; es befindet sich aber kein einiger darunter, davon man mit ausdrücklichen Beweisthümern behaupten könne, daß die Schnellkraft vollkommen und unveränderlich sey; man bemerket beynahe allezeit, daß sich diese Eigenschaft verliere, oder durch eine lang anhaltende Wiederholung, oder durch eine Zusammendrückung von allzulanger Dauer geschwächet werde: ein Bogen, welcher gar zu lange oder zu oft gespannet wird, behält endlich die Krümmung, die man ihm gegeben hat; die Haare, die Wolle, oder die Federn, womit man allerhand Geräthe auszieret, verlieren mit der Zeit fast alles, was sie, so lang sie neu waren, zur Bequemlichkeit beytrugen, und ihr Zusammenfallen ist nichts anders als die nothwendige Folge einer allzuviel gebrauchten Schnellkraft.

Wir dürfen demnach uns keine Versuche versprechen, die im schärfsten Verstande genau wären, um

dadurch die Erkenntniß der Schnellkraft auf einen festen Fuß zu setzen; weil die Körper, welche noch am meisten damit versehen sind, gleichwohl davon noch nicht so viel besitzen, als erfodert würde, wenn sie vollkommen elastisch seyn sollten. Ueberdieß kann man auch nirgend anders als in einem materiellen Mitteldinge die Veranstaltung machen: würde man die Luft dazu wählen, als dasjenige, welche am wenigsten materiell ist; so haben wir schon gezeigt, daß sie vermögend sey Widerstand zu thun, und man muß besorgen, sie werde einen Theil des Erfolges hemmen, so wenig als auch derselbe betragen möchte: es ist jedoch genug, daß man einer Sache sehr nahe komme, wenn fast nichts an der Genauigkeit fehlet, und man genöthiget ist wegen unvermeidlicher Hindernisse etwas hinweg zu lassen. Der gehärtete Stahl und das Elfenbein sind mir als ziemlich geschickt vorgekommen zu denen Erfolgen, woraus man dasjenige beweisen kann, woran bey der Erkenntniß der Elasticität gelegen ist; ich werde mich daher derselben vor allen andern Materien bey den Versuchen von dieser Art bedienen; weil aber diejenigen, die ich dazu auserseßen habe, einige Kenntniß von den vornehmsten Eigenschaften der Bewegung erfodern, davon wir noch nichts gedacht haben, so habe ich für dienlich erachtet dieselben noch weiter zu versparen, um so viel mehr, da sie unter denen eine bequeme Stelle finden sollen, die wir anstellen werden zur Erklärung der Gesetze der Bewegung bey dem Stoß der Körper.

Die Künste haben sich die Schnellkraft so vielfältig zu Nutze gemacht, daß es allzuweitläuftig und vergeblich seyn würde, wenn wir uns hier vornähmen solches zu erzählen; zwey oder drey Beyspiele davon mögen ge-

nug seyn, aus welchen man leicht wird schließen können, was für Nutzen die übrigen haben.

Wenn es nützlich und bequem ist nach seiner Gemächlichkeit zu reisen, so hat man diesen Vortheil fast lediglich den Stahlfedern, den ledernen Riemen, und andern schmiegigen Körpern zu danken, daran man die Fuhrwerke zu hängen pfleget: ohne diese Vorsorge würde der schönste Postwagen, die prächtigste Kutsche nichts weiter als ein bedeckter und ausgezierter Schuttkarn seyn, in welchem man sehr unsanft gerüttelt werden würde; denn wenn alles das, was ein Fuhrwerk ausmacht, durchgängig unbiegsam wäre, so würden die darinnen befindlichen Personen die verschiedenen Bewegungen, so durch die Ungleichheiten des Erdreichs verursacht und schnell unterbrochen werden, in ihrer völligen Heftigkeit empfinden.

Die Abtheilung der Zeit ist eine für jederman so vortheilhafte Sache, daß man wenig Personen finden wird, die nicht eine Wand- oder Sackuhr hätten, und solche als ein nothwendiges Geräthe ansehen sollten; diese Gattungen von Kunstwerken, so man als Meisterstücke der Kunst anzusehen hat, werden durch eine Feder Fig. 4. Taf. *VIII.* in Bewegung gesetzt, die aus einem stählern Blech bestehet, das zusammen gerollet wird in einem Federhaus, welches dasselbe umdrehet, indem es sich aufwickelt, dessen Bewegung vermittelst einiger mit Zähnen versehenen Räder bis zu denen Stiften fortgepflanzet wird, daran sich die Weiser befinden, damit sie die Stunden und Minuten auf dem Zifferblat, das zu dem Ende abgetheilt worden, anzeigen mögen. Wir wollen anderwärts melden, wie man darauf gekommen sey die Wirkung der Feder die ganze Zeit hindurch, da

sie sich wieder abwickelt, beynahe überein zu erhalten; denn es äußert sich gleich anfänglich eine Schwierigkeit, welche darinnen bestehet, daß, indem diese Wirkung je mehr und mehr vermindert wird, je weiter sich die Feder losspannet, die Bewegung auch schwächer werden müsse bey allen Stücken, die sie treibet, und die Weiser die Stunden und Minuten gegen das Ende länger machen müssen als zu Anfang. Man mußte daher ein Mittel gegen diese Unbequemlichkeit ausfindig machen, und man hat auch diesen Zweck durch eine sehr sinnreiche Erfindung erreichet, deren wir zu gedenken Gelegenheit bekommen werden, wenn wir den Hebel und die dazu gehörigen Kunstwerke beschreiben.

Was haben nicht die Federn bey der Büchsenmacherey für Dienste gethan? Durch was für ein anderes Mittel hätte man wohl solche schnelle Bewegungen zuwege bringen mögen, die von einem Vogel oder vierfüssigen Thier nicht leicht entdecket werden, welche doch die Natur vor allem dem, was ihrem Leben gefährlich ist, in Sicherheit gesetzet hat, und die sonst der List und der Geschicklichkeit des geübtesten Jägers sinnliche Werkzeuge von einer ausnehmenden Empfindlichkeit und Behendigkeit entgegen setzen, wodurch sie oft seine Nachstellungen vereiteln.

Der mit einer Feder versehene Hahn an einem Flintenschloß schlägt in einem Augenblick mit einem scharfen Flintenstein gegen ein kleines Stück gehärteten Stahl; das Pulver fängt Feuer, und die dadurch schnell fortgetriebene Bleykugel trift das Thier, ehe es noch durch die Flamme oder den Knall gewarnet wird, oder doch wenigstens, ehe es sich dergleichen Warnung hat zu Nutze machen können.

Es haben nicht blos die Künste sich die Schnellkraft der Körper zu Nutze gemacht und dieselbe auf mancherley Art glücklich angebracht; sondern sie haben auch Mittel gefunden dieselbe in denen Körpern zuwege zu bringen oder zu vermehren, welche vorher wenig oder nichts davon besessen haben.

Alle klingende Körper müssen eine Schnellkraft besitzen, wie wir bey den nach einander folgenden Versuchen mit der Luft weitläuftiger zeigen werden: deswegen werden die Glocken und Schalen aus zusammengeschmelzten Kupfer und Zinn gemacht, weil man bemerket hat, daß ein vermischtes Metall härter, steifer und elastischer ist, als die einfachen Metalle, woraus es zusammen gesetzt ist.

Die mehresten Metallen selbst ohne Zusatz werden einer viel stärkern Gegenwirkung fähig, wenn man sie kalt hämmert; welches die Handwerksleute dicht schlagen heisen. Man wird solches mehr als zu wohl an dem Tischgeschirr gewahr; wenn ein Löffel oder eine Gabel nur gegossen und abgefeilet worden, und man keinen Hammer dazu gebraucht hat, so komt das Macherlohn zwar wohlfeiler, aber sie sind nicht so dauerhaft; ein solches Stück bieget sich bey der geringsten Gewalt und seine Glättung ist nie so schön. Ein verständiger Uhrmacher, mathematischer Instrumentenmacher, Goldschmied u. a. wird seine zu verfertigende Stücke allezeit dicht schlagen, nicht nur um ihnen dadurch mehr Härte zu verschaffen, sondern um ihnen noch durch eine glänzendere Glättung mehr Ansehen zu geben, wann die Theile vorher näher an einander getrieben und die Löchergen des Metalls enger gemacht worden.

Unter allen Körpern aber, deren Schnellkraft man durch die Kunst vermehret, verdienet keiner mehr angemerkt zu werden, als das in Stahl verwandelte Eisen; und unter dem verschiedenen Verfahren, das man zu dem Ende mit diesem Metall vornimt, ist keins mit dem Härten zu vergleichen.

Man muß wissen, 1) daß der Stahl kein besonder Metall sey; man hat ihn vielmehr als ein zubereitetes Eisen anzusehen, ob es gleich Bergwerke giebt, die dergleichen unmittelbar hervorbringen: der gewöhnlichste und der feinste ist derjenige, den man aus geschmiedetem Eisen macht, indem man eine gewisse Menge von Salz- und Schwefeltheilen hinein bringet, welche seine Härte vermehren, und es zum Härten geschickt machen. 2) Den Stahl härten, heist, ihn den Augenblick, da er recht roth aus dem Feuer komt, plötzlich abkühlen; und dieß geschiehet gemeiniglich, wenn man ihn in kalt Wasser, oder in etwas anders dergleichen eintunket.

Die vornehmsten Erfolge des Härtens bey dem Stahl, davon die Künste den meisten Vortheil ziehen, bestehen darinnen, daß er recht hart gemacht, daß seine Schnellkraft vermehret, und er dauerhaft gemacht werde. Alle schneidende Werkzeuge bis auf diejenigen, so man zum Ackerbau gebraucht, mit einem Wort, von der Lancette bis zum Grabscheit, erlangen ihre vornehmste Eigenschaft von dieser Härte, die so wenig kostet, und die dennoch nachtheilig ausfallen würde, wenn sie zu hart wäre, wofern man nicht darauf bedacht wäre, sie durch einen gewissen Grad der Hitze zu mildern, den man nach dem Härten zu Hülfe nimt und es ausglühen nennet.

Die wunderbaren Folgen des Härtens bey dem Stahl haben billig die Neugier der geschicktesten Naturkündiger erreget; sie haben insgesamt gewünschet die Ursachen derselben zu erforschen, und einige unter ihnen haben es gewagt Erklärungen davon zu geben; man muß aber gestehen, daß niemand so wahrscheinliche und so wohl gegründete davon beygebracht habe als der Herr von Reaumur. Nach vielem hinter einander etliche Jahre hindurch veranstalteten Versuchen nimt er an, die Wirksamkeit des Feuers treibe aus dem Innersten der Stahltheilgen einen großen Theil Salz und Schwefel, welche darinnen zerstreuet liegen, ohne jedoch sie darum aus dem ganzen Klumpen heraus zu stoßen: welche Meynung sich so wohl auf die gewöhnlichen und bekannten Wirkungen des Feuers als auf die Erfahrung gründet; denn man weiß sonst wohl, daß das Feuer bey der Schmelzung feuerfester Materien und solcher, die verschiedener Art sind, allezeit die Vereinigung der ähnlichen Theile zuwege bringe; und wenn seine Wirkung bis auf einen gewissen Grad auf den Stahl vermehret wird, so beraubet sie denselben gänzlich seines Schwefels und seines Salzes, welches die Künstler verbrennen heisen. Das Härten dringet demnach zu einer solchen Zeit in den Stahl hinein, da seine Grundtheile sich verschiedentlich unter einander vermischt befinden, ob sie gleich von einerley Art sind; ehe er heiß gemacht wurde, machten die Salz- Schwefel- und metallischen Theile u. s. w. die äußerst zertheilt und innigst mit einander vermischt sind, ein ganzes aus, das aus einem gleichförmigen Gewebe bestund, das gleichwohl in seinen Klümpgen ungleichartiger war, dieweil ein jedes derselben gleichen Antheil von drey oder viererley Materien hatte,

daraus der Stahl zusammen gesetzt ist; aber nach einem hinlänglichen Grad Feuer machen die heraus gezogenen und gleichsam um den metallischen Theil gewickelten Salz- und Schwefeltheile ein Ganzes aus, das zwar in seinen Klümpgen gleichartiger aber doch durchlöcheriger und nicht sonderlich verbunden ist, was die Zusammenfügung dieser Knäuelgen von verschiedener Art anbetrift. Dieser willkührliche Satz (wofern es anders einer ist) erkläret alle Erscheinungen, welche aus dem Härten erfolgen, recht gut.

1. Der abgebrochne Stahl siehet grobkörnichter aus, wenn er gehärtet worden, dieweil die metallischen Theile, welche in Ansehung ihrer Farbe am deutlichsten wahrzunehmen sind, in kleine von einander entferntere Klümpgen zusammen gehäufet worden.

2. Das Härten bringt dem Stahl einen größern Umfang zuwege als er vorher hatte; und dieses muß erfolgen, dieweil dasselbe ihn in einen solchen Zustand versetzet, wobey die Vermischung und Vereinigung seiner Grundtheile schwächer ist.

3. Der Stahl wird nach dem Härten härter, weil seine Klümpgen aus ähnlichern Theilen entstehen, die daher auch geschickter sind sich zu vereinigen.

4. Der gehärtete Stahl ist brüchiger als derjenige, so gar nicht oder doch nicht so sehr gehärtet ist; dieses rühret daher, weil die Verbindung seiner Klümpgen unter einander nicht so stark ist, indem sie aus ungleichen Materien bestehen, und einander in weniger Flächen berühren.

5. Endlich macht das Ausglühen den gehärteten Stahl weniger brüchig und biegsamer; weil ein gelinderer Grad des Feuers zum Theil die innere Vermi-

schung der unähnlichen Theile wieder hergestellet, und ihn in einen Zustand versetzet, der das Mittel hält zwischen dem Zustand eines ungehärteten und eines zu sehr gehärteten Stahls.

Ob wir schon gewisse Arten zu verfahren haben die Schnellkraft verschiedener Körper zu vermehren, zu vermindern, ja gar zu vernichten, so ist uns dennoch die Ursache der Schnellkraft überhaupt nicht besser bekannt: alles was man bis hieher ausgesonnen hat um davon Grund anzugeben, kann höchstens nicht anders als für Muthmasungen angesehen werden, deren einige augenscheinlich durch die Erfahrung widerlegt werden, und die andern setzen dasjenige zum voraus als was gewisses, was doch erst ausgemacht werden soll, und noch andere, die mehr scharfsinnig als wahrscheinlich sind, haben gar keine Begebenheiten vor sich, dadurch sie bestätiget würden.

Wollte man sagen, eine Feder, die man spanne, indem man sie krümme, habe an ihrem ausgebognem Theil weitere Löchergen, so hat es seine Richtigkeit; behauptete man, diese Oefnungen, ob sie gleich erweitert würden, wären doch noch nicht weit genug, daß sie mit einer groben Luft angefüllet werden könnten, und blieben daher leer, so komt uns auch dieses wahrscheinlich vor: wenn man aber noch hinzu setzet, vermöge dieser leeren Räumgen würde der Druck der Luft, welche von der entgegen stehenden Seite wirket, die Ursache der Bestrebung, die ein elastischer Körper zeige, um sich in seinen erstern Zustand zu versetzen, so ist dieses wider die Vernunft, und streitet gerade wider die Erfahrung; denn die

Schnell-

Schnellkraft äußert sich in einem von der groben Luft entledigten Raum eben so wie anderwärts.

Ich nenne das, was noch erst auszumachen ist, als gewiß zum voraus setzen, wenn man die Schnellkraft der Körper der zwischen ihren Theilen befindlichen Luft zuschreibet, als so vielen Kügelgen, die sich in dem eingebogenem Theil eines gekrümten Stockes zusammen gepreßt befinden, und gegen denselben einen Gegendruck erregen, bis er wieder gleich gerichtet worden; denn es bleibet noch allezeit unausgemacht, was eigentlich die Ursache der Schnellkraft der Luft sey.

Wofern man endlich nebst der Veränderung der Gestalt, die sich in den kleinen Oefnungen einer gespannten Feder ereignet, die Wirksamkeit eines flüßigen Wesens zum voraus annimt, das sich allenthalben befindet, wie die subtile Materie oder etwas dergleichen, welches vermöge seiner Schwere wirket; so möchte man eine einiger Maaßen wahrscheinliche Erklärung geben können: ich zweifle aber gar sehr, ob sie wohl aufgenommen werden möchte, wofern sie nicht durch Erfahrungen unterstützet wird; und ich sehe es nicht für etwas leichtes an dergleichen zu finden, die einen deutlichen Beweis abgeben.

Dasjenige, was wir in der vorigen und gegenwärtigen Vorlesung von der Theilbarkeit der Körper, von der Zartheit ihrer Theile, von der Mannigfaltigkeit ihrer Gestalten, ihrer Undurchdringlichkeit und Durchlöcherigkeit vorgetragen haben, verbindet uns, und setzet uns zugleich in den Stand überhaupt zu erklären, wie wir zur Erkenntniß der um uns herum befindlichen Gegenstände gelangen: denn alles, was auſ-

ser

ser uns selber ist, würde uns unbekannt bleiben, wofern solches nicht einigen empfindlichen Eindruck auf uns machte; und diesen Eindruck, welcher sich unter so mancherley Gestalten äussert, müssen wir fast lediglich der ungemeinen Zartheit derer Theile, die uns berühren, wie auch denen verschiedenen Gestalten, die sie anzunehmen suchen, zuschreiben: alles was materiell ist, fället in unsere Sinnen, und nach deren Vorstellung richten wir unser Urtheil ein.

Besondere Nebenabhandlung von den Sinnen.

Gewisse Vermögen des belebten Körpers, vermittelst deren er mit den äusserlichen Gegenständen eine Gemeinschaft bekomt, nennet man die Sinne: solche sind eben so viel Mittel, welche der Schöpfer eingeführet hat, um die Thiere in den Stand zu setzen ihre Nahrung zu erhalten, sich zu vertheidigen, einander zu Hülfe zu kommen, und sich fortzupflanzen; denn ohne die Sinne würden sie kaum von einer Pflanze unterschieden seyn, welche an eben demjenigen Orte aufwächset, wo die Natur sie hat hervor kommen lassen, welche auch auf dem Stengel verdorret, wenn sie keine Nahrung mehr bekommt, und sich mit einerley Unempfindlichkeit dem Grabscheit unterwirft, welches zu ihrer Anbauung gebraucht wird, als dem Eisen, das ihr den Untergang zuwege bringt.

Der Gebrauch der Sinnen ist eine blos thierische Verrichtung, und kommt dem Vieh sowohl als dem

Menschen zu; ja es scheinet so gar, als ob verschiedene Arten von jenen damit noch besser versehen worden seyn als wir. Was besitzen die Hunde für einen zarten Geruch! was für ein scharfes Gesicht befindet sich bey den Raubvögeln!

Man theilet die Sinnen gemeiniglich in fünferley Arten ein, nämlich in das **Gefühl**, den **Geruch**, den **Geschmack**, das **Gehör** und das **Gesicht**. Es wird wenig Thiere geben, bey denen man nicht eben so viele antrift: vielleicht sind in der Natur einige Arten anzutreffen, welche noch einige andere uns noch unbekannte Sinne haben; es ist jedoch damit eben so wie mit allen andern Dingen beschaffen, die nicht gar unmöglich sind; man darf sie nicht ohne Noth noch ohne Beweis annehmen. Ein jeder Sinn hat seinen besondern Sitz in einem gewissen Theile des Leibes, welcher deswegen sein **Werkzeug** genennet wird; das **Ohr** ist das Werkzeug des Gehörs, und das **Auge** das Werkzeug des Gesichts.

Ohnerachtet ein jedes Werkzeug zur Empfindung geschickt ist, so ist es doch nicht für allerley Gegenstände empfindlich, sondern ein jedes hat seinen eigenen Bezirk; das Ohr würde sich vergebens bemühen das Licht zu empfinden, und das schärfste Gesicht bemerket nichts von dem Schall der Glocken. Wenn auch selbst der Gegenstand zu denen gehörte, welche das Werkzeug zu empfinden sich bestrebte, so findet doch die natürliche Empfindung nur in so weit Statt, so fern der Eindruck weder zu stark noch zu schwach ist. Man würde das Bild der Sonnen nicht deutlich erkennen, wofern man ihre Strahlen unmittelbar in die Augen fallen lassen wollte, und wenig Personen möchten im

Stande seyn eine klare Schrift bey dem Schein der Sterne zu lesen.

Worinnen bestehet also das **Empfinden** oder der Gebrauch der Sinnen? Von Seiten des belebten Körpers ist es nichts anders als die Annehmung eines mässigen Eindrucks auf dieß oder jenes Werkzeug von einem Gegenstande, welcher dasselbe entweder unmittelbar oder vermittelst einer dazwischen befindlichen Materie berühret: auf Seiten der Seele, welche den Körper belebet, ist es eine Erinnerung derer Vorstellungen, welche sie mit solchen Eindrücken verbunden hat, oder eine Hervorbringung neuer Vorstellungen, wenn die Eindrücke neu sind. Ein Mensch richtet sein Gesicht z. B. auf einen Hund am hellen Tage; das Licht, wodurch der Körper dieses Thieres erleuchtet wird, prallet auf den, so es beschauet, zurück, und macht in dem Innersten des Auges auf einen Ort, der wie die Gestalt des Thieres, von welchem dasselbe abprallet, umschränkt ist, einen Eindruck; bey dieser Gelegenheit erinnert sich die Seele der Vorstellung eines Hundes, welche ihr schon bekannt ist, und wofern das Gedächtniß derselben das Bild eines andern Hundes darstellet, so urtheilet sie vermöge der darüber angestellten Vergleichung, daß dieser groß, klein, mager, fett u. d. gl. sey. Wollte man nun wissen, wie das von dem Gegenstande gerührte Werkzeug den Geist zum weitern Nachdenken bestimme, so lehret dieses die Naturkunde nicht, und nach meinem Erachten übersteigt auch dieses das Maaß unserer schwachen Einsicht. Die Vereinigung der Seele mit dem Leibe, die Gemeinschaft dieser so verschiedentlich beschaffenen Wesen gehöret mit unter diejenigen Geheimnisse, bey denen man vielleicht

weislicher handelt, wenn man sie bewundert als sie zu ergründen sucht.

Wie aber ein Mensch einen Hund siehet, so siehet auch hinwiederum ein Hund einen Menschen; und seine Handlungen scheinen sich gleichergestalt wie die unsrigen, nach dem zu richten, was er siehet, höret u. s. w. Was gehet denn also bey diesem Thier vor, wenn ein Gegenstand auf einen seiner Sinne einen Eindruck macht? Es ist dieß noch eine von jenen kützlichen Fragen, daran die Neugier strandet, und woran die glücklichsten Köpfe alle ihre Weltweisheit erschöpfet haben. Nach des **Cartesius** Meynung ist ein Vieh nichts anders als ein artiges Kunstwerk, dessen Theile insgesamt so wohl angebracht, und mit einer so vollkomnen Uebereinstimmung zusammen in Ordnung gesetzt worden, daß, wenn einer derselben durch den äussern Gegenstand, welcher solchen fassen kann, erreget worden, er auch die andern unmittelbar veranlasset, sich so oder anders zu bewegen; wenn die Sehnadern eines jeden Werkzeuges auf geziemende Weise berühret worden, so theilen sie den Gliedmasen die verschiedenen Bewegungen mit, woraus diese oder jene Wirkung erfolget. Dieser Einfall ist erhaben, er ist kühn, ja er ist verführerisch, wenn man denselben ohne Vorurtheil erwäget; er wird aber entkräftet, wenn man seine Wahrscheinlichkeit auf Beyspiele oder auf Gleichnisse gründet. Dasjenige, was uns unter allen belebten Wesen am schwächsten zu seyn dünket, als eine Auster, eine Schnecke, ist gewiß über die allervollkommenste Uhr und über alles dasjenige erhaben, was die Kunst nur sinnreiches hat hervor bringen können. Der gemeine Haufe der Menschen wird sich nie bereden lassen die Handlungen

eines

eines Pferdes, eines Jagdhundes u. d. gl. als Erfolge eines blos materiellen Mechanismus anzusehen; um an dieser Weltweisheit Geschmack zu finden, muß man angefangen haben einen Weltweisen vorzustellen.

Man wird ohne Zweifel lieber glauben, daß der Leib eines Viehes von einem verständigen Wesen belebt und regieret werde, welches mit ihm entstehet und wieder vergehet, und Urheber ist von allen denen Gedanken und Beurtheilungen, davon man einige Spuren bey den verschiedenen Handlungen der Thiere wahrzunehmen glaubet. Diese Meynung, welche weder wider die Vernunft noch wider die Glaubenslehren streitet, hat bereits Vertheidiger gefunden, und findet deren noch heutiges Tages nicht allein unter dem gemeinen Volke, welches nach dem Scheine urtheilet, sondern auch unter denen, welche nachdenken, und keine Meynung ohne vorher vorgenommene Prüfung annehmen.

Man darf jedoch nicht glauben, daß man durch Annehmung dieser Meynung alle Schwierigkeiten überwinde. Wenn man die Gelehrigkeit eines zahmen Thiers, die Ränke und Geschicklichkeit gewisser Raubthiere, die gute Ordnung und den Fleiß, welche bey einigen Arten von Geschmeis, die in Gemeinschaft zusammen leben und arbeiten, üblich sind, in Erwägung ziehet, so kann davon ganz bequem auf folgende Weise Grund angegeben werden: es rühre solches daher, weil alle diese Thiere verständig seyn; der Urheber der Natur habe sie also eingerichtet, da er ihre Leiber mit einer Seele versehen, die von einer ihrem Zustand gemässen Art ist. Wofern aber diese Seele unmaterialisch ist, wie man behauptet,

hauptet, was wird denn aus derselben, wenn ein Wurm in fünf, sechs oder auch mehrere Stücke zerschnitten werden, und gleichwohl ein jedes Stück lebendig bleibt und wieder ein vollkomnes Thier wird, das demjenigen gänzlich ähnlichet, das man zerstücket hat? wie man solches seit kurzem wahrgenommen hat (*). Hat wohl einerley einzeln Geschmeis mehrere Seelen, oder ist etwa das, was keine Materie ist, theilbar? Wir wollen diese Frage nicht weiter treiben in einem Werke, worinnen wir uns alle metaphysische Untersuchungen hinweg zu lassen vorgesetzt haben; wir wollen blos bey dem bleiben, was durch die Erfahrung und durch die Beobachtungen aufgeklärt und bewiesen werden kann. So viel gegenwärtige Materie betrift, so werden wir uns blos darauf einschränken, daß wir die mechanische Beschaffenheit unserer Empfindungen zeigen; wir werden den äussern Gegenstand oder seine Wirkung bis zu demjenigen Theil des Körpers begleiten, der den Eindruck davon anzunehmen bestimt ist; und sehen, was für Umstände in dem Gegenstand erfodert werden, wenn er auf eine thätige Weise empfindlich seyn soll, und in dem Werkzeuge, wenn solches davon nachdrücklich gerühret werden soll.

Das Gefühl.

Der erste und allgemeinste unter allen Sinnen ist das Gefühl: man mag wohl sagen, daß die andern nichts anders als nur Arten davon sind, davon er das Ge-

(*) Man sehe die Vorrede zum 6. Band in des Hrn. Reaumur Geschichte des Geschmeises S. 54.

Geschlecht ausmacht. Wenn wir den Schall der Stimme oder eines Instruments hören, so ist diese Empfindung nichts anders als eine Erschütterung, die in einem gewissen Theil des Ohres durch das Anstossen der Luft erreget worden, welche vorher selbst durch den klingenden Körper in Bewegung gesetzet worden. Wenn wir einen Gegenstand sehen, so stösset das Licht, welches von ihm zu uns komt, an das Innerste des Auges an. Also ist **schmecken, sehen, hören, riechen** eigentlich nichts anders als durch eine gewisse Materie an diesem oder jenem Theile des Körpers berühret werden: da hingegen das Gefühl, welches wir als den Hauptsinn ansehen, darinnen bestehet, daß der Eindruck einer jeden Materie von dem oder jenem empfindlichen Theil des Körpers angenommen werde, welcher es auch nur immer seyn mag; die andern Sinne haben ihre eigenen Werkzeuge und Gegenstände, dieser aber breitet sich über den ganzen Umfang des belebten Körpers aus und erstrecket sich auf alles, was fühlbar ist. Er hat auch noch diesen Vorzug vor jenen, daß er zu gleicher Zeit thätig und leidend ist: er setzet uns nicht allein in den Stand von demjenigen zu urtheilen, was einen Eindruck auf uns macht, sondern auch von dem, was unsern Bewegungen widerstehet: wir können das Werkzeug an den Gegenstand halten, und durch das Befühlen versichern wir uns zum öftern von dem Zustand der Körper, an deren Erkenntniß uns was gelegen ist.

Die Körper, die wir berühren, oder die uns berühren, machen verschiedene Eindrücke auf uns nach ihrer Grösse, Gestalt, Festigkeit, dem Grad und der Art ihrer Bewegung und Mäßigung u. s. w. und man hat

allen

allen diesen verschiedenen Arten von Berührung solche Namen beygelegt, welche etweder die Wirkung der Körper auf uns, oder unsere Wirkung auf sie ausdrucken: **stossen, stechen, zwicken, kratzen, kützeln** sind dergleichen Ausdrücke, welche dasjenige andeuten, was verschiedene Körper zu Folge ihrer Masse, ihrer äusserlichen Gestalt oder ihrer Art sich zu bewegen uns empfinden lassen; **kalt, warm, hart, weich trocken, feucht** zeigen gemeiniglich diejenige Empfindung an, welche eine Materie, die wir befühlen, vermöge des wirklichen Zustandes derer Theile, woraus seine Masse bestehet, in uns erreget. Da die Empfindungen des Gefühls auf unendliche Weise veränderlich sind, in Ansehung des Gegenstandes selbst, des Umfanges und der Beschaffenheit des Werkzeuges, und der verschiedenen Weise, wie eins an das andere angerückt werden kann, so sind sie doch bey weiten nicht alle durch eigene Namen bezeichnet worden: diejenigen, so wir eben jetzt angeführt haben, und verschiedene andere, die wir übergehen, sind so zu reden nur allgemeine Ausdrücke, wodurch man vermittelst einer Umschreibung, die verschiedenen Arten anzeiget, welche darunter gerechnet werden können: man bezeichnet z. B. durch das **Kützeln** dasjenige, was man in der Kehle empfindet, wenn eine gelinde Schärfe den Husten erreget; man sagt, eine Arzeney mache **Kneipen**, um damit zu verstehen zu geben, daß sie in denen Theilen, welche sie angreift, gewisse Eindrücke zurück lasse.

Obschon der Gegenstand des Gefühls sich ausser uns selbst befindet, so wirken doch die verschiedenen Theile von einerley Körper nur wechselsweis auf einander, so wohl von aussen, als von innen. Wenn die Hand den

Fuß berühret, so erreget sie zwo Empfindungen; sie ist zu gleicher Zeit der Gegenstand der einen und das Werkzeug der andern. In Ansehung dessen, was innerlich und zwar beständig vorgehet, wird uns die Empfindung davon durch die Gewohnheit benommen; es wird z. B. die Wirkung der flüßigen Wesen auf die derben nicht eher deutlich empfunden, als wenn dieselbe einige Veränderung in dem natürlichen Zustande zu Wege bringt; und alsdenn spüren wir dasjenige, was man **Mattigkeit, Schwachheit** oder **Schmerz** nennet.

Man kann überhaupt sagen, die Sehnadern seyn in einem jeden Werkzeuge der wesentlichste Theil, nämlich derjenige, wobey die Wirkung des Gegenstandes seine Einschränkung erhält, und ausser welchem wir nichts mechanisches mehr gewahr werden: der hintere Theil des Auges, allwo das Sehen vollendet wird, ist nichts anders als eine Ausdehnung des Sehnervens; das in **eine Schneckenlinie zusammenlaufende Häutgen**, welches man als dasjenige Stück ansiehet, welches den größten Antheil an den Verrichtungen des Ohrs habe, bestehet aus nervichten Fasern; und das Werkzeug des Gefühls befindet sich auf der ganzen Haut herum, und vornehmlich in der äussern Oberfläche, woselbst sich bekannter Massen alle Sehnädergen, welche den größten Theil von diesem Gewebe ausmachen, endigen. Dieses sind die kleinen Wärzgen, aus deren Zusammensetzung die Riefgen an den Fingerkoppen entstehen, allwo das Gefühl gemeiniglich weit zärter ist als anderwärts. Ein geschickter Zergliederer (*) hat

(*) Herr le Cat in seiner Abhandlung von den Sinnen S. 207.

hat ohnlängst eine sehr kurze und sehr deutliche Beschreibung der Haut in einem Werke bekannt gemacht, das er eigentlich von den Sinnen geschrieben, welches diejenigen mit grossem Nutzen werden lesen können, die von gegenwärtiger Materie ausführlichern Unterricht wünschen möchten, als man hier anzubringen vermag.

Daß die Sehnadern weit mehr Antheil an dem Gefühl haben als sonst ein anderer Theil, erhellet unstreitig daraus, weil dieser Sinn seine Verrichtungen mit mehr oder weniger Vollkommenheit vollbringet nach dem wirklichen Zustand dieser nervichten Büschelgen, die man auf der Oberfläche der Haut gewahr wird, so blos durch das Oberhäutlein bedeckt werden *Fig. 1. Taf. IX*; weil, wenn man sich verbrannt hat, dieselben dürre werden; weil sie unter einer fremden Materie verdeckt liegen, und durch eine zu starke Kälte zusammen gezogen oder doch sich auszubreiten gehindert werden; derjenige Theil, wo sie sich befinden, verlieret so dann die Empfindung und erlanget sie nicht eher wieder, als biß diese Zufälle aufhören. Diejenigen Krankheiten der Sehnadern, welche ihre Einrichtung nicht ganz zerstören, sind die allerschmerzhaftesten, weil sie das Werkzeug der Empfindungen unmittelbar angreifen; das Einschlafen und die Lähmung der Glieder, welche die Verrichtungen der Sehnadern hemmen oder verhindern, verursachen gemeiniglich die Unempfindlichkeit.

Verschiedene Zufälle, Krankheiten und das Alter berauben uns öfters der andern Sinnen. Man siehet oft genug Blinde, Taube, ja so gar auch solche Leute, welche den Geschmack und Geruch fast gänzlich verloren haben: selten aber wird man einen Menschen antref-

sen, der ohne alle Empfindung wäre; man kann die Ursache davon gar bald entdecken, wenn man nur bedenket, an wie viel Orten wir die äusserlichen Gegenstände als widerstehend empfinden können, in Vergleichung gegen die organischen Theile, welche uns dieselben als klingend, farbig, schmackhaft oder riechend vorstellen. Der weite Umfang des Gefühls ist daher ein Mittel, welches die Natur für diejenigen aufbehalten hat, welche durch einigen Zufall oder durch einen Fehler der Ausbildung der andern Vermögen beraubet seyn möchten. Also sehen wir, daß Blinde den Mangel des Gesichts durch das Gefühl ersetzen; und obgleich das Gefühl nicht so zart ist als die andern Sinne, so thut es doch Wunderdinge, wenn es aus Noth zu Hülfe genommen und durch die Uebung vollkomner gemacht wird. Ich wollte inzwischen dennoch für alle solche Wunder, die man bey dergleichen Gelegenheit erzählet, nicht Gewähr leisten; denn alles, was ins Wunderbare fällt, ist gemeiniglich mit einiger Vergrösserung verknüpft.

Der Geschmack.

Da das Wachsthum und die Erhaltung der Thiere von der Nahrung herrühret, die sie zu sich nehmen, und von der Wahl, die sie dabey beobachten, so schickte es sich sehr wohl, daß die Natur sie solcher Gestalt bildete, daß sie selbst ihren nöthigen Unterhalt suchen und denjenigen, der ihnen dienlich ist, unterscheiden können: sie mußten daher eine Empfindung haben von der Nothwendigkeit Speise zu sich zu nehmen, und einiges Vergnügen geniessen, wenn sie solche Bedürfniß befriedigen;

gen; denn ohne diese Vorsorge würde die Sorge für das Leben zur Last geworden seyn. Wir wollen nur hierüber an uns selbst das Urtheil abnehmen: wofern man sich blos aus Erfüllung einer Pflicht zu Tische begeben sollte, so würde man eingestehen müssen, daß die Unverdaulichkeit zwar nicht so etwas gemeines seyn würde, daß aber vielleicht viel Leute aus Mangel der Nahrungsmittel sterben würden. Diese Unordnung hat der Urheber der Natur voraus gesehen, und um solcher vorzubauen, in uns selber solche Bewegungsgründe eingepräget, die unsere Nachläßigkeit überwältigen. Der nüchterne Magen reizet uns durch den Hunger und durch den Durst; und der Mund, welcher für beyderley Begierde etwas verschaffet, wird für die Mühe, die er hat, die Speisen zur Verdauung zuzubereiten, schadlos gehalten durch den Geschmack, welchen er davon empfindet.

Der Geschmack bestehet demnach darinnen, daß man die durch die schmackhaften Materien gemachten Eindrücke empfindet, dieselben annimt oder verwirft, nach dem Unterschied der Vorstellungen, die sie zu Wege bringen, und der Beurtheilungen, die daraus erfolgen.

Die Geschmacke als der Gegenstand des Schmeckens überhaupt, rühren hauptsächlich von Salztheilgen her, welche in allen Materien so wohl von Thieren als von Pflanzen befindlich sind, die wir entweder als Speisen oder als Arzneymittel zu uns nehmen. Diese eckigen und scharfen Körpergen sind vor andern geschickt bis zu dem unmittelbaren Werkzeug einzudringen und zu machen, daß man sie daselbst empfindet. Man kann hievon urtheilen, wenn man einige Körner

reines Salz, von was für Beschaffenheit es auch seyn mag, auf die Zunge nimt, so macht es darauf einen sehr starken Eindruck; und die Auflösung zeigt, daß unter allen vermischten Körpern diejenigen, welche das Werkzeug am meisten angreifen, allezeit die häufigsten Salze bey sich führen.

Es ist uns nur eine sehr kleine Anzahl Salze bekannt, die von einander wesentlich unterschieden sind, oder deren Theile, wenn sie im Wasser aufgelöset worden, unter Gestalten sich zeigen, die jederzeit verschieden sind. Hieraus folget, daß die Empfindungen des Geschmackes wenig von einander unterschieden seyn würden, wofern die in den Speisen befindlichen Salztheilgen allein und ohne Vermischung auf das Werkzeug wirkten: so aber hat sie die Natur mit andern Bestandtheilen vermischet, die an sich selbst nicht schmackhaft sind, die nur wie Gegenstände des Gefühls überhaupt wirken, und deren Anzahl und Grössen auf unzählige Weise mit einander verbunden werden. Das Wasser, die Erde, die Luft, der Schwefel, das Oel sind eben solche unschmackhafte Materien, welche die Natur fast mit allem dem vermischet hat, was den Thieren zur Nahrung dienet. Der Mund giebt bey Zermalmung der Speisen eine Feuchtigkeit her, welche die Zertrennung der Theile erleichtert, und die Bestandtheile entwickelt; es hat jedoch dieses auflösende Mittel nicht über alle eine gleiche Gewalt: der Schwefel und das Oel z. B. geben seiner Wirkung nicht also nach wie die Erde und das Wasser; also wird das Salztheilgen nie anders als nur auf eine unvollkomne Weise frey gemacht, und nachdem sich dasjenige, was mit ihm am genauesten vereiniget ist, sich leichter oder schwerer auflösen lässet.

Die

Die einfachsten Geschmacke, in Ansehung derer man durchgängig einerley Meynung ist, sind diejenigen, wo die Salze durch die Vermischung anderer Materien am wenigsten geschwächet sind. Jederman weiß, was gesalzen, sauer, süß, bitter, herb u. s. w. ist. Diese verschiedenen Empfindungen sind so deutlich bekannt, daß man sie alsbald unterscheidet; sie sind gleichsam der Grund von allen andern, welche desto schwerer zu entscheiden und zu beschreiben sind, je weiter sie sich von dieser ersten einfachen Beschaffenheit entfernen. Das Bittere des Caffees, z. B. das durch die Süssigkeit des Zuckers gemildert wird, bringet eine vermischte Empfindung hervor; der mit Weingeist vermischte Saft der Früchte nimt einen neuen Geschmack an; der Geschmack des Fleisches verändert sich fast gänzlich und wird auf tausenderley verschiedene Arten verstellet, wie man aus einer unbeschreiblichen Anzahl von allerhand Zurichtungen und Vermischungen weiß, deren Niedlichkeit zu einer wichtigen und jetziger Zeit sehr hoch getriebenen Kunst Veranlassung gegeben hat.

Mit dem Gegenstande des Geschmackes verhält sichs eben so, wie mit dem Gegenstande des Gefühls: da die vermischten Geschmacke von gewissen Grundtheilen herrühren, deren Zusammensetzung durch unendlich vielerley Verbindungen geschehen kann, so ist es unmöglich alle und jede derselben durch besondere Namen zu bezeichnen; man beschreibet sie, indem man sie mit einem einfachern oder bekanntern Geschmack vergleichet, man sagt nämlich, **diese oder jene Frucht ist etwas scharf und bitter; dieser oder jener Fisch schmeckt wie Hecht u. s. w.**

Was das Werkzeug des Geschmackes anbelangt, so kommen alle Zergliederer darinnen überein, daß solches hauptsächlich in der Zunge bestehe; ein großer Theil derselben hält dafür, daß der ganze innere Theil des Mundes dasselbe abgebe, und viele meynen, es erstrecke sich dasselbe bis an den Schlund, ja gar bis an den Magen. Es ist nicht wohl möglich solches auf die Zunge allein einzuschränken; jeder kann aus seiner eignen Erfahrung abnehmen, daß die schmackhaften Materien sich im Gaum und hinten im Munde, obgleich etwas schwächer, empfinden lassen; dieses aber entscheidet die Sache völlig, daß man Leute gesehen hat, welche keine Zunge gehabt, und dennoch die Speisen haben schmecken können (*).

Auch hier ist es das Aeusserste der nervichten Fasern, nämlich diejenigen Wärzgen, deren wir oben gedacht haben, was das unmittelbare Werkzeug abgiebt: anstatt aber daß sie bey der Empfindung des Gefühls klein und mit einem ziemlich glatten Oberhäutlein und mit einem ziemlich engen Gewebe bedecket sind, so sind sie in allen Theilen des Mundes, wo man sie beobachtet, und hauptsächlich auf der Zunge Fig. 2. Taf. *IX.* stärker, nicht so dicht und gleichsam in einen sehr durchlöcherigen Umschlag oder in eine Scheide eingefasset, die überdieß mit einer Feuchtigkeit gewässert werden, welche ihre Biegsamkeit erhält und den schmackhaften Theil der Speisen in den Stand setzet, daß er sie gehöriger Maaßen berühren kann, um sich empfinden zu lassen: denn sie zertheilet denselben, sie entwickelt ihn dergestalt, daß sie ihm den nöthigen Grad der Zartheit zuwe-

(*) S. die Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften vom Jahr 1718. S. 6.

zuwege bringt, daß er durch diese sehr durchlöcherige Haut hindurch dringen kann, welche die nervichten Büschelgen bedecket, auf welche der Eindruck geschehen muß.

Das Werkzeug des Geschmackes wird wie die andern durch einen unmäßigen Gebrauch seines Gegenstandes verderbet und zu Grunde gerichtet: die Dinge von starkem Geschmack, als die geistreichen Wasser und die heut zu Tage so sehr gebräuchlichen gekünstelten würzhaften Brühen, vermindern die Empfindlichkeit derer Theile gar sehr, welche den Eindruck davon oft erleiden; die Erfahrung zeiget, daß gemeine Leute, die sich an den Branntewein gewöhnen, keinen Geschmack am Weine finden, und sich nicht mehr um denselben bekümmern. Man weiß hingegen, daß die Wassertrinker gemeiniglich einen zärtern und feinern Geschmack haben als andere. Dieses Getränke, welches fast gar keinen Geschmack hat, erhält dem Werkzeug alle seine Empfindlichkeit, dieweil es das Gewebe desselben in keinerley Weise zu verändern vermögend ist. Die Krankheit oder das hohe Alter können auch bey diesem Theile eine Unordnung verursachen: zu Anfang der Wiedergenesung geschiehet es zum öftern, daß man an den Speisen keinen Geschmack findet, weil noch eine verderbte Feuchtigkeit zurück ist, welche die kleinen Oefnungen verstopfet, die den schmackhaften Theilgen den Durchgang verstatten, oder weil die vorherigen Zufälle einige Veränderung an dem Werkzeuge selbst verursacht haben, welches noch nicht wieder in seinen natürlichen Zustand zurück gekommen ist. Aber ich überschreite unvermerkt die Gränzen meines Vorhabens; es komt vielmehr der Arzeneykunde und der

Zerglie-

Zergliederungskunst zu, dasjenige hinzu zu fügen, was hier noch fehlen möchte; vielleicht habe ich schon zu viel davon gesagt.

Der Geruch.

Der Geruch, welchem wir die dritte Stelle unter den Sinnen einräumen, wenn man den Anfang bey denen macht, die dem Ansehen nach die gröbsten sind, könnte den zweyten Rang behaupten, wofern man auf diejenige Ordnung sehen wollte, welche die Natur bey ihrer Ausübung beobachtet; denn seine Verrichtungen gehen zum öftern vor des Geschmackes seinen vorher. Dasjenige, was man uns zu trinken und zu essen darbietet, pflegen wir nicht leicht anzunehmen, wofern es nicht vorher durch diesen Sinn untersucht und für gut erkannt worden, und die Thiere, welche weder ein so geübtes noch so feines Gefühl wie wir haben, urtheilen mit Beyhülfe der Nase von der Beschaffenheit der Speisen, vornehmlich wenn sie etwas neues für sie sind, und sie äußerlich keine Aehnlichkeit mit dem, was ihnen schon bekannt ist, wahrnehmen. Es ist zwischen dem Geschmack und dem Geruch eine so große Verwandschaft so wohl in Ansehung des Gegenstandes als des Werkzeuges, daß einige Zergliederer den letzten als einen Theil oder als eine Ergänzung des ersten angesehen haben: und wir werden auch in der That gewahr, daß alles, was dem einen angenehm ist, auch natürlicher Weise dem andern nicht zuwider sey; man lässet sich verleiten, diejenigen Materien in den Mund zu nehmen, welche einen angenehmen Geruch von sich geben, es sey dann, daß uns einige schädliche Eigenschaften von ihnen bekannt wären; und wofern ohngefähr eine gewöhn-

wöhnliche Speise ja dem Geruch misfällt, so muß die Gewohnheit oder einige nachdrückliche Bewegungsgründe die Oberhand über den Widerwillen gewinnen, welchen sie gewiß zu erwecken pflegt, indem man außer dem auf das blose Zeugniß der Nase dieselbe zu sich zu nehmen unterlässet.

Da der innere Theil der Nase mit dem Munde Gemeinschaft hat, so geschiehet es zum öftern, daß die Empfindungen des Geschmacks sich so zu reden mit den Empfindungen des Geruches verbinden und verwechseln: dieser Erfolg entstehet, wenn die Geschmacke geistig und flüchtig sind, und daher entspringet ferner eine erstaunende Mannichfaltigkeit der verschiedenen Empfindungen, nachdem der Geruch mehr oder weniger Antheil daran hat. Wenn er ein wenig zu viel Antheil daran nimt, so verlieret dieser auf einige Augenblicke sein Recht, und die ganze Empfindung bestehet in dem Geruche, da sein Werkzeug empfindlicher ist als das Werkzeug des Geschmacks. Wem ist wohl unbekannt, was sich ereigne, wenn man ein wenig zu viel Senf auf einmal nimt, oder wenn man ein starkes Bier langsam hinunter schlucket?

Allem Anschein nach sind die flüchtigen Salze der vornehmste Gegenstand des Geruches, und die Mannichfaltigkeit der Geruche rühret von der Vermischung und der Menge anderer Grundtheile her, die mit ihnen vereiniget sind; denn die feuerbeständigen Salze sind nicht vermögend bis zu dem Werkzeug zu gelangen, und alles, was bey vermischten Materien kein Salz ist, komt so wohl dem Geruch als dem Geschmack abgeschmackt vor, wenn es auch gleich flüchtig ist. Hingegen bemerket man, daß alles, was die Ausdün-

stung

stung der Materien, wobey das flüchtige Salz im Ueberfluß angetroffen wird, erleichtert, eben ihre Bestandtheile entwickele, und ihnen einen stärkern Geruch verschaffe. Wenn man Fleisch kochet, so zertrennet die Wirksamkeit des Feuers die Theile, macht sie zärter und setzet sie in den Stand, daß sie ausdampfen, und alsdenn werden die Geruche ganz merklich verspüret. Wenn man klar gemachten Salmiac mit ungelöschtem Kalch oder mit Weinsteinsalz vermischet, so machet sich das flüchtige harnhafte los, steiget empor und lässet sich lebhaft empfinden.

Aus eben der Ursache vermehret die Gährung oder die Fäulniß fast allezeit den Geruch dererjenigen Materien, welche in ihrem natürlichen Zustand wenig oder gar nicht riechen, und öfters wird auch die Beschaffenheit des Geruches dadurch gar verändert; denn diese innerlichen Bewegungen geben den Theilen Gelegenheit, ihre Stelle zu verändern und sich von einander zu trennen. Wofern nun diese Zertrennung sich nicht bis auf eine gänzliche Auflösung der kleinsten Theilgen und eine Veränderung der wesentlichen Eigenschaft der vermischten Materie, die zu gähren anfängt, erstrecket, so bekomt sie nur einen stärkern Geruch, weil sie häufiger ausdunstet; wofern aber die Grundtheile, aus deren Zusammensetzung die vornehmsten Hauptstücke erwachsen, anfangen, sich selbst von einander abzusondern, so wird nicht nur der Geruch derselben weit stärker und durchdringender, dieweil das Werkzeug durch zärtere Theilgen angegriffen worden, sondern die Empfindung wird auch von einer andern Art seyn, weil sie durch Körpergen von ei...m verschiedenen Bau erreget worden, bey welchen der salzige Theil, der das vornehmste

ste wirksame Wesen ist, häufiger oder schwächer zugegen ist, und auch mehr oder weniger entwickelt wird. Eine Frucht, die da faulet, das Fleisch, welches verdirbet, geben einen Geruch von sich, der immer widerwärtiger wird, nicht nur weil er stärker wird, sondern auch weil er desto mehr stinkt, jemehr die Fäulniß überhand nimt.

Die Geruche haben noch weniger ihre eigenen Kennzeichen als die Geschmacke; man hat sich kaum über einige der vornehmsten Empfindungen in dieser Gattung verglichen; man begnügt sich blos damit, daß man diejenigen, so am wenigsten bekannt sind, mit den ein wenig besser bekannten vergleichet, als z. B. mit dem Rauch vom Schwefel, mit dem Geruch von verbrannter Leinwand, mit dem Dampf von Harn, mit Veilgen, Citronen und Bisamgeruch u. s. w. ohne jedoch zu behaupten, daß dergleichen verschiedene Ausdünstungen einfache Geruche wären.

S. VIII. Th. S. 53. f. Die Körpergen, welche vermögend sind das Werkzeug des Geruches zu reizen, müssen einer erstaunlichen Theilbarkeit fähig seyn. Man kann hiervon aus einer Erfahrung und aus einigen Beobachtungen urtheilen, welche wir in der ersten Vorlesung (*) angeführt haben, um überhaupt zu beweisen, wie sehr sich die Körper zertheilen lassen. Diese kleinen ausgedunsteten Theilgen schweben in der Luft, und dieses flüßige Wesen bringt sie in das Innerste der Nase, allwo das Werkzeug befindlich ist, wenn wir sie durch das Athemholen nöthigen, diesen Weg zu nehmen.

Der

(*) S. III. Versuch S. 27. f.

Der innere Theil der Nase ist mit einer Haut überzogen, welche die Kunsterfahrnen die **Schleimhaut** nennen: es ist dieß ein Gewebe, das größtentheils aus Fasern von dem Geruchnerven bestehet, welcher insgemein für das Werkzeug des Geruches erkannt wird. Diese nervichten Fasern endigen sich in der Oberfläche solcher Haut in Gestalt kleiner Wärzgen, auf welche der Eindruck von kleinen riechenden Körpergen geschiehet Fig. 3. *IX.* Taf. Dieses ist also das vornehmste von dem Werkzeug des Geruches; eine weitläuftigere Beschreibung würde sich hieher gar nicht schicken: diejenigen, welche hievon ausführlicher unterrichtet seyn wollen, werden in der oben angeführten Abhandlung des Herrn le Cat, in des Herrn **Winslow anatomischen Erklärung** und bey andern mehr hinlängliche Nachricht antreffen. Wir fügen nur noch dieses hinzu, daß die starken Geruche und ihr öfterer Gebrauch die kleinen nervichten Büschelgen, an welche sie sich anlegen, so zu reden verhärten und veranlassen, daß sie diejenige zarte Empfindlichkeit verlieren, womit diejenigen Personen gemeiniglich begabt sind, die sich weder des Schnupftobaks noch wohlriechender Dinge bedienen. Man verlieret auch auf eine Zeitlang den Gebrauch dieses Sinnes, wenn eine überflüßige oder zu zähe Feuchtigkeit, an statt das Werkzeug nur so viel anzufeuchten, als zu Erhaltung seiner Biegsamkeit und Empfindlichkeit erfodert wird, es ganz verstopfet und aufschwellet; denn alsdenn befindet sich dasselbe nicht nur nicht in seinem natürlichen Zustand, darinnen es zu seinen Verrichtungen aufgelegt wäre, sondern es bringet auch die Luft, welche nun nicht so leicht hinein gehet, nicht mehr so viel von riechenden Theilgen dahin; man empfindet

solches am gewöhnlichsten, und kann es leicht wahrnehmen, wenn man mit dem Schnuppen behaftet ist.

Wir werden hier von dem Gehör und Gesicht nichts beybringen, weil wir Gelegenheit bekommen werden den Mechanismus dieser beyden Sinne zu erklären, wenn wir von den Schallen und von dem Licht handeln werden; es ist also nichts mehr übrig, als daß wir diese Nebenabhandlung mit einigen Anmerkungen beschliessen, die sich in Ansehung der Sinne überhaupt machen lassen, wenn man sie bey dem Menschen betrachtet.

1. Obschon eine jede einzele Person von unserer Art nach der Absicht der Natur sich seiner Sinnen dazu bedienen soll, wozu sie ihr eigentlich gegeben sind, so ist es jedoch mehr als zu gewiß, daß alle diese Vermögen nicht bey allen Menschen von gleicher Zartheit sind. Man hat deren einige gesehen (*), die einen so scharfen Geruch gehabt wie die Jagdhunde; andere erkennen die Gegenstände an einem Orte, der dunkel genug ist, um sie dem gemeinen Gesichte zu entziehen; gewisse Weinkoster entdecken bey den gewürzhaften Brühen und gebrannten Wassern gewisse Unterschiede, welche man mit einem gemeinen Geschmack nicht bemerket. Ein solcher Grad der Vollkommenheit der Sinne muß als eine Wohlthat der Natur angesehen werden, wenn er bey dergleichen Personen nicht etwa zur Ersetzung des Mangels eines kostbaren Vortheils sich da befindet; daß aber die Empfindlichkeit unserer Werkzeuge eingeschränkt ist, und unsere Empfindungen sich nicht so weit

(*) Journal des Sçavans Avr. 1667. Mem. de Trevoux. Fevr. 1725.

weit erstrecken, als sie sonst wohl könnten, das ist kein Unglück, und wir würden uns mit Unrecht darüber beklagen: hingegen würde uns eine größere Zartheit der Sinnen, als insgemein sich dabey befindet, vielen Unbequemlichkeiten aussetzen, so fern nicht auch zu gleicher Zeit eine Veränderung in Ansehung der Gegenstände erfolgete, welche auf dieselben zu wirken pflegen, und wir nicht auch eine andere Gedenkungsart annähmen. Allzuvieles Licht blendet die Augen bey demjenigen Zustande, darinnen sie sich befinden; wofern sie nun noch zärtlicher wären, so würde eine gewöhnliche Helligkeit allezeit übermäßig seyn, und wir würden nie uns unsers Gesichts ohne Schmerzen bedienen können. Würde es wohl angenehm seyn, die Gegenstände allezeit so zu sehen, wie man sie mit Beyhülfe der Vergrößerungsgläser erblicket? Die schönste Haut würde uns allezeit als ein rauches Gewebe voller Runzeln vorkommen; und an dem schönsten Demant würden wir nichts als übel geschnittene und schlecht mit einander übereinkommende Flächen erblicken: man kann diese Anmerkung leichtlich auch auf die andern Sinnen anwenden.

2. Bey dem Gebrauch der Sinnen ereignet es sich zum öftern, daß, wenn gleich das Werkzeug von dem Gegenstand hinlänglich gereizet wird, die Empfindung dennoch keinen Erfolg in Ansehung der Seele nach sich ziehet. Wie oft geschiehet es nicht, daß die Augen sich für einen erleuchteten Gegenstand geöfnet haben, ohne daß man es jedoch wirklich siehet? oder daß man stark genug mit jemand redet, der nicht taub ist, und doch nichts höret von dem, was man ihm vorsaget? Haben wir wohl um deswillen von allen Körpern Wissenschaft,

senschaft, welche wir berühren, oder welche uns von ohngefähr berühren? Wenn man das, was man berühret, erkennen will, so muß man es befühlen; will man etwas vernehmen, so muß man zuhören, und um etwas zu sehen, muß man es ansehen. Nun aber bestehet das Befühlen, das Anhören und Ansehen nicht darinnen, daß man nur den Gegenstand auf das Werkzeug wirken lasse, sondern man muß die Aufmerksamkeit der Seele mit der Uebung des Sinnes, der in seiner Verrichtung ist, verbinden. Ein Mensch, der mit seinen Gedanken zerstreuet ist, bezeuget sich öfters als ein Tauber, als ein Blinder, als ein Unempfindlicher. Wem sind wohl die Erfolge der Zerstreuung unbekannt?

3. Die Empfindungen bringen, wie wir schon gesagt haben, Vorstellungen zuwege, und diese Vorstellungen sind der Seele, welche sich solche machet, entweder angenehm, oder zuwider; am merkwürdigsten aber ist dieß, daß einerley Gegenstand einigen Vergnügen machet und andern misfället. Einige Personen lieben das Bittere, und die mehresten verabscheuen solches; einige Arten von Geruch ergötzen diese, und jenen sind sie unerträglich; und dieses hat eben Anlaß zu diesem Grundsatz gegeben: **über den Geschmack muß man nicht streiten.** Weiter: dasjenige, was mir vor einigen Jahren eine beschwerliche Empfindung machte, ist mir jetzo angenehm. Mancher, der über dem ersten Trunk Bier, oder da er zum erstenmal Taback geraucht, einen Widerwillen empfunden, suchet nun sein Vergnügen darinnen; der Bisamgeruch, der sonst so stark gebraucht wurde, verursachet jetzt jederman Kopfwehe. Sind denn die Werkzeuge nicht bey

allen Menschen fast überein? Verändern sie sich etwa von einer Zeit zur andern in einerley Person?

Weil es eine bekannte Sache ist, daß die organischen Theile bey gewissen Personen zärtlicher und folglich zur Annehmung der Eindrücke fähiger sind als andere, und daß eine unmäßige Wirkung des Gegenstandes dieselben zu verletzen vermögend sey, so kann es sich zutragen, daß dasjenige, was bey einigen nur eine gewöhnliche Empfindung war, bey andern auf eine gewaltsame, verdrießliche und beunruhigende Weise die Seele aufbringet, welche für die Erhaltung des Leibes besorgt ist, und alles das verabscheuet, was die thierische Einrichtung in Unordnung bringen kann.

Man muß aber auch eingestehen, daß die Einbildung an allen dergleichen Veränderungen eben so viel Antheil habe als irgend eine andere Ursache. Die Gegenstände gefallen uns oder erwecken Widerwillen in uns nach Beschaffenheit derer Vorstellungen, die wir damit verknüpfen; und diese Vorstellungen rühren großen Theils von der Uebung, der Gewohnheit und von den Vorurtheilen her. Man hat von Leuten, denen man einen guten Geschmack zutrauet, sagen hören, dieß oder jenes gebe einen guten Geruch, wenn man es anbrenne; dieß ist schon hinlänglich zum Vergnügen daran, wenn man einen Versuch damit anstellen würde. Die Augen stellen uns anfänglich die Austern unter ekelhaften Gleichnissen vor; nach und nach aber werden diese erstern Vorstellungen geschwächet, und lassen andere angenehmere an jener Statt aufkommen, die man bey Kostung derselben sich machet: wie nun die Empfindungen zum Theil von der Einrichtung des Werkzeuges abhängen, also richten

sich auch die daraus erfolgende Schlüsse sehr nach den Empfindungen der Seele.

Dritte Vorlesung

von der

Beweglichkeit der Körper,

der

Bewegung an sich, ihren Eigenschaften und Gesetzen.

Erster Abschnitt.

Von der Beweglichkeit der Körper.

Man muß die Beweglichkeit nicht mit der Bewegung vermengen, indem dieses zwey ganz verschiedene Dinge sind. Die erstere ist eine Eigenschaft, die allen Körpern zukomt; die andere ist ein Zustand, außer welchem man dieselben zum öftern betrachtet, der ihnen auch nicht wesentlich zukomt. Ich stelle mir zuweilen dieß oder jenes vor, als ob es sich in der Ruhe befinde: ich erkenne jedoch allezeit, daß es eine Bewegung annehmen kann, die es jetzo nicht hat.

Die Beweglichkeit gründet sich auf gewisse Einrichtungen, welche nicht bey allen Körpern in einerley

Grad angetroffen werden; daher komt es, daß einige beweglicher sind als die andern, das ist, daß man weniger Gewalt brauchen darf, um sie aus der Ruhe in Bewegung zu setzen. Die vornehmsten von diesen Einrichtungen sind die Gestalt, die Glätte der Oberfläche, die Menge der unter dem Umfang eines zu bewegenden Körpers enthaltenen Materie.

Um dieses desto leichter zu begreifen, wollen wir uns erst zween Klumpen Glas, Elfenbein u. d. gl. von einerley Gewicht vorstellen, davon einer ein Würfel und der andere eine Kugel ist, welche beyderseits auf einem Tische liegen. Diese beyden Körper mögen blos in Ansehung der Gestalt von einander unterschieden seyn, und dieses wird auch hinlänglich seyn, den letzten weit geschickter zu machen, zur Annehmung und Erhaltung der Bewegung, als den ersten. Jetzt wollen wir ihnen einerley Gestalt geben, und in der Gleichheit ihres Klumpens nichts verändern, uns jedoch nur einbilden, die Oberfläche des einen sey höckericht und des andern seine glatt: dieser Unterschied wird diesen beweglicher machen; eine kleinere Gewalt wird ihn auf einer festen Ebene oder in einer flüßigen Materie in Bewegung setzen. Endlich wollen wir uns zwey Körper einbilden, die einander in Ansehung ihrer Gestalt und der Glätte ihrer Oberfläche ziemlich ähnlichen, die jedoch der Menge ihrer Materie nach von einander unterschieden sind; z. B. eine elfenbeinerne oder bleyerne Kugel von einerley Durchmesser, so überein oder auf einerley wagrechten und recht ebenen Fläche aufgehängt werden; wird man nicht diese stärker anstossen müssen als die andere, um sie zu bewegen? Und wird nicht einerley beyden mitgetheilte Kraft

bey

bey der leichtern weniger Widerstand finden als bey der schwerern?

Dieser Widerstand gegen die Bewegung, den man bey allen Körpern wahrnimt, wenn man nur blos auf ihre Masse siehet, wird die **Trägheits- oder Widerstandskraft** genennet: sie hat eben so, wie die Schwere, ein gewisses Verhältniß zu der Grösse der einem jeden Körper eigenen Materie. Ob aber schon diese beyden Kräfte dieses mit einander gemein haben, so kann man doch nicht behaupten, daß sie einerley sind, denn man hat Beweise vom Gegentheil: die Schwere, wie wir es in dem folgenden sehen werden, äussert ihre Wirkung allezeit von oben herunterwärts und so viel als geschehen kann senkrecht mit dem Gesichtskreis; die Trägheitskraft hingegen widerstehet der Bewegung auf allen Seiten, man mag auf einer Seite Gewalt anwenden, um ihn zu bewegen, auf welcher man wolle.

S. VIII Th. Um uns einen richtigen Begriff von der
S. 55. Trägheit zu machen, wollen wir uns den vom **Newton** vorgebrachten Versuch vorstellen; wir wollen uns einen Körper von einer bestimten Grösse und Schwere einbilden, z. B. eine Bleykugel, die ein Pfund wiegt, welche frey an einem sehr langen Faden bey stiller Luft aufgehängt wird, und eine gleichfalls aufgehangene ähnliche Bleykugel, welche an die erstere mit vier Grad von Bewegung anstossen soll 2. *Fig.* Taf. *X.* Wofern die in der Ruhe befindliche Kugel der anstossenden keinen Widerstand thäte, so würde man beyde nach dem Stoß mit vier Grad Bewegung sich bewegen sehen. Denn, warum sollte die Bewegung in der anstossenden Kugel vermindert werden, wofern sie keinen Widerstand von Seiten derjenigen

anträfe, die von ihr ist angestossen worden? und warum sollte die von ihrer Stelle verrückte Kugel nicht nach dem ganzen Umfang der Bewegung, die selbige forttreibet, fortgerücket werden? Die Erfahrung zeigt jedoch etwas anders: die in der Ruhe befindliche Kugel nimt von der anstossenden Kugel einen Theil ihrer Bewegung an; und diese letztere verlieret beym Anstossen dasjenige, was die andere gewonnen zu haben scheint. Ein in der Ruhe befindlicher Körper thut also derjenigen Kraft, so ihn in Bewegung setzen will, einen wirklichen Widerstand. Weiter: wofern die in der Ruhe befindliche Kugel *Fig.* 2. 30 oder 40 Pfund wieget, so treibet die andere, welche alsdenn eine weit kleinere Masse hat, mit einerley Kraft nicht eben so weit als in dem ersten Fall; wofern es jedoch bey der Bewegung eines Körpers blos darauf ankäme, daß man ihn aus seinem Ruhestand bringen sollte, so würde die mitgetheilte Bewegung bey einer grossen eben so wie in einer kleinen überein seyn. Es ist also noch etwas mehr zu überwinden als eine blose Beraubung der Bewegung.

Wollte man sagen, die in der Ruhe befindliche Kugel widerstehe der andern blos deswegen, weil sie von der sie umgebenden Luft unterstützet werde, die man also erst forttreiben müßte, wenn die Kugel ihren Ort verändern sollte; so bemerket man hingegen

1. an denen Körpern, welche in dem luftleeren Raum an einander stossen, eben das, was bey dergleichen Stoß in der Luft geschiehet, oder wofern sich ja einiger Unterschied dabey befindet, so ist er doch nicht merklich.

2. Macht der Widerstand der Luft selber einen Theil

der

der gegenwärtigen Frage aus; denn es ist von der Trägheit der Körper überhaupt die Rede. Wofern die Luft, als eine Materie, der Bewegung derer Körper, welche sie fortzutreiben suchen, Widerstand thut und man solches eingestehet, so ist die Trägheit erwiesen.

3. Wofern der Widerstand, welchen die in der Ruhe befindliche Kugel thut, lediglich von dem Widerstand der Luft herrührete, wovon die Kugel unterstützet wird, so müßte dieselbe, wenn sie noch einmal so stark widerstehen sollte, sich auch in einem noch einmal so grossen Umfang der Luft befinden: aber es zeiget sich in der That, daß man nur die Schwere der Kugel verdoppeln dürfe, und jederman weiß schon, daß ein kugelförmiger derber Körper keinen doppelt so grossen Umfang bekomme als er vorher gehabt, wenn seine Masse verdoppelt werden soll.

Sollte etwa die Schwere der aufgehängten Kugel die Ursach von dieser Widersetzung gegen ihre Verrückung seyn? Hierauf wird man antworten, so lang als man sich auch den Faden einbilden möchte, so würde er doch, wofern der schwere Körper, den er aufgehängt hält, frey ist, denselben in einer senkrechten Stellung gespannt erhalten, und sich an den niedrigsten Platz stellen, den ihm die Aufhängung erreichen lässet. Hieraus folget, daß wofern man ihn zwinget sich aus demselben zu begeben, so wird er sich allezeit höher befinden, an was für einen Ort man ihn daherum auch nur immer treiben mag; und man wird, um ihn dahin zu treiben, seine Schwere überwinden müssen, die sich bestrebet ihn an demjenigen Orte zurück zu halten, wo er sich zuerst befindet.

Dieser Einwurf ist scheinbar, er wird aber doch niemand zu dem Schlusse Veranlassung geben, als ob die Trägheitskraft und die Schwere bey den Körpern einerley Sache sey, der nur darauf Achtung giebt, daß bey den aufgehängten Kugeln der angeführten Versuche der Widerstand sich allezeit verhalte wie die nach ihrem ganzen Gewicht betrachteten Massen; da hingegen die Schwere zur Zeit der Ruhe durch den Faden, woran die Kugel hänget vernichtet wird und fast gar nicht wirksam ist, wenn sich eben diese Kugel beweget, wofern der Faden sehr lang ist, wie man solchen annimt, und wofern er nur kleine Bogen beschreibet.

Um dieses desto deutlicher zu machen, wollen wir uns die Kugel in Ruhe vorstellen zu Ende des Fadens, der sie aufgehängt hält, alsdenn wird alle Kraft ihrer Schwere durch den Widerstand des Aufhängepuncts überwunden; wofern man sie mit dem Finger in einem Kreisbogen treibet, so bemerket man, daß sie, je mehr sie sich von dem Ort ihrer Ruhe entfernet, immer mehr wiege auf der Hand, welche dieselbe fortführet, dergestalt, daß, wenn der Faden wagrecht zu stehen komt, sie ihr ganzes Gewicht empfinden lässet; und wenn man sie hernach durch eben denselben Kreisbogen zurück führet, so spüret man, wie die Kraft ihrer Schwere nach solchem Verhältniß wieder abnimt, biß der Faden wieder senkrecht zu stehen komt, und der Aufhängungspunct den ganzen Körper zu tragen bekomt. Man begreift also leicht, daß obgedachte Kugel wegen ihrer Schwere nicht eher widerstehe, als biß der Faden nicht mehr senkrecht hänget, wenn sie aus der niedrigsten Stelle zu einer andern erhabenern gelanget ist; diese Verrückung muß daher schlechterdings vor dem Wider-

stand

stand vorhergehen oder vor der Kraft, welche von der Schwere herrühret; um aber solche Verrückung zuwege zu bringen, muß man eine wirkliche Kraft zu Hülfe nehmen, die vermögend ist die ganze Masse dieser Kugel zu überwinden und aus ihrer Stelle zu versetzen; denn wofern diese Kraft, so man anwendet, allzu klein ist, so bleibt sie nichts destoweniger eine wirkliche Kraft, sie hat jedoch nicht den Erfolg, den man bey einem derben Körper, dessen Theile mit einander verbunden sind, erwartet. Demnach hat die aufgehängte Kugel einen Widerstand gethan, den man hat überwältigen müssen, ehe sich ihre Schwere hat spüren lassen können.

Ueberdieß widerstehen die flüßigen Materien eben so wie die andern Körper. Wenn sich ein derber Körper im Wasser beweget nach einer wagrechten Richtung, so kann man nicht sagen, der Widerstand, den er erfähret, rühre von der Schwere der Zwischenmaterie her, weil alle Theile dieser Zwischenmaterie, die man als gleichartig annimt, sich gegen einander im Gleichgewicht befinden, und weil man von ihrer Schwere nichts zu besorgen hat, wenn man dieselben nach einer solchen Richtung versetzet, die ihnen ganz und gar gleichgültig ist, dergleichen man hier annimt.

Endlich so wird die Trägheitskraft in den Körpern, so in Bewegung sind, eben so wohl angetroffen als bey denen, welche sich in Ruhe befinden: derjenige, welcher sich mit zween Graden bewegt, nimt keinen dritten an als nur vermöge einer neuen Kraft, die man anwenden muß, um ihm denselben zu verschaffen; eben dieser Widerstand, den er der ersten Kraft entgegen setzet, die ihm seine Ruhe benimt, wird von ihm ebenfalls gegen diejenige angewendet, welche zu seinem neuen

neuen Zustand etwas hinzu thun will: deswegen werde ich nach Anführung dererjenigen Versuche, welche die Trägheitskraft in denen in der Ruhe sich befindenden Körpern beweisen, noch einen beybringen, den ich als völlig entscheidend ansehe, welcher auch zugleich verhütet, daß die Erfolge der Trägheitskraft und der Schwere nicht mit einander vermenget werden.

Erster Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 56. Die *Fig. 3.* Taf. *X.* vorgestellte Maschine führet ohngefähr in einer Höhe von 6 Schuh zwo elfenbeinerne Kugeln A, B, jede von anderthalb Zoll im Durchmesser bey sich, die mit ein wenig Wachs an einander geklebet sind: der kleine Hammer D, so aus eben der Materie bestehet, wird durch eine Feder getrieben, die man mehr oder weniger spannet, und die wieder losschnellet, wenn man die Schnure E anziehet, um den Hammer auf eine von den beyden Kugeln schlagen zu lassen.

Erfolg.

Wenn eine von den beyden elfenbeinern Kugeln B von dem Hammer geschlagen worden, so reisset sie sich von der andern A los und fället vor derselben zuerst hinab.

Erklärung.

Wofern die beyden blos von einander losgemachten Kugeln sich lediglich nach ihrer Schwere richteten, wie man

man annimt, als ob sie zu gleicher Zeit hinab zu fallen anfingen, einander gänzlich gleich wären, und sich in einerley Luft befänden, so würden sie ohnfehlbar mit einander auf die Fläche fallen, allwo sich ihr Fall endiget: so aber muß eine von beyden nach Erhaltung eines Schlages vom Hammer, wodurch die Kraft ihrer Schwere noch einen Zuwachs bekomt, auch noch diesem neuen Stoß nachgeben, davon der Erfolg dieser ist, daß sie eher als die andere hinab fällt; und dieses Vorausgehen geschiehet desto schneller, je stärker der Schlag vom Hammer gewesen ist. Hier zeiget sich ein neuer Erfolg, den man der Schwere nicht zuschreiben kann, weil man zur Hervorbringung dieses Erfolges eine besondere Ursache zu Hülfe nehmen muß, ohne welche er nicht enstehet und nach deren Verhältniß er sich genau richtet. Nun aber heiset alles das, was eine wirksame Kraft aufhebet, ein **Widerstand**: es widerstehet also ein frey herabfallender Körper einer Bewegung, die geschwinder ist als seiner Schwere ihre, und empfängt dieselbe nur von einer andern Gewalt, deren Wirkung so beschaffen ist, daß sie mehr oder weniger annehmen kann.

Anwendung.

Ein Stein, den man gegen einen Baum von mittelmäßiger Dicke mit der Hand wirft, verursachet an demselben zum öftern eine Erschütterung, die sich ganz merklich bis auf die Zweige erstrecket, und der Stein fällt an dem Stamm eben dieses Baumes nieder, allwo er ohne Bewegung liegen bleibt; wird aber ein dergleichen Stein wider einen freystehenden Felsen geworfen so fället er ebenfalls zurücke, lässet jedoch kein einiges

ges Merkmaal von einer mitgetheilten Bewegung spüren: man siehet die Ursach dieses Unterschiedes alsobald ein, wofern man nur bedenket, daß alles, was aus Materie bestehet, seine Trägheitskraft dem Stoß der andern Körper entgegen setzet, und daß diejenige Kraft, mit welcher es der Bewegung widerstehet, sich allezeit in einer gewissen Verhältniß mit ihrer Masse befinde. Wenn man voraus setzt, daß der Stein mit gleicher Kraft gegen den Baum und gegen den Fels nach und nach getrieben worden, so hat der erste, weil er mit weit weniger Materie versehen ist, einen zu schwachen Widerstand gethan, als daß die Gewalt, die ihn zur Bewegung genöthiget hat, gänzlich hätte gehemmet werden können, daß er nicht ein wenig von seiner Stelle verrücket worden wäre; und diese Verrückung hat sich durch die Erschütterung der Zweige deutlich geäussert; der andere hingegen, da er aus einer weit grössern Masse bestehet, hat einen völligen und so zu reden sieg-reichen Widerstand gethan, und da die Kraft des Steins sich auf eine gewisse Anzahl seiner Theile aus-gebreitet, so ist sie nicht hinlänglich gewesen, sich auf alle recht merklich zu erstrecken und den Körper in sei-nem völligen Umfang zu bewegen.

Man hat bereits oben gesehen, daß eine Bleykugel, die ein Pfund wiegt und eine andere Kugel von glei-cher Materie und Gewicht anstösset, ihr eine gewisse Grösse von Bewegung mittheile; und daß sie hingegen einer dritten Kugel, welche dreysig oder vierzig mal schwerer ist, weniger davon mittheile, oder genauer zu reden, dieselbe weniger von ihrer Stelle verrücke. Daraus hat man geschlossen, wie es auch billig war, daß dieser letztere Körper mehr Widerstand thue, in-

dem

dem er mehr Materie habe; hieraus folget, daß er desto mehrern Widerstand thun werde, je mehr seine Masse vermehret wird; und daß er endlich so viel davon bekommen könne, daß die Kraft, die er auszuhalten hat, nicht hinlänglich ist, daß sie auf alle seine Theile merklich vertheilet werden könne. Inzwischen kann sich doch solcher Körper nicht verrücken, daß sich nicht alle seine Theile mit einander bewegten; daher komt es also, daß die Trägheitskraft der Körper einige merklich in Ruhe erhalte gegen eine Kraft, welche die andern in Bewegung bringet.

Zweyter Abschnitt.

Von der Bewegung überhaupt und ihren Eigenschaften.

S. VIII. Th. S. 59. Den Zustand eines Körpers, der wirklich von einem Ort in einen andern versetzet wird, man mag ihn im Ganzen betrachten oder nur blos auf seine Theile sehen, nennet man **Bewegung**. Also befindet sich das Boot, das man dem Strom eines Flusses überlässet, in Bewegung, weil es beständig seine Stelle verändert; und man kann auch nicht in Abrede seyn, daß sich die Flügel einer Windmühle bewegen, ob sie sich gleich nur an einerley Orte herum drehen, weil ein jeder derselben nach und nach alle Halbmesser des Kreises durchlauft, den er beschreibt.

So oft sich ein Körper beweget, so oft verändert er seine Stellung gegen die Dinge, die sich nahe oder fern

um

um ihn herum befinden: ein Mensch z. B. der in einer Kutsche oder in einem Boot sitzet, das ihn fortführet, wird stets in ein ander Verhältniß versetzet, wo nicht in Ansehung derer ihn begleitenden Personen, doch wenigstens in Absicht auf die verschiedenen Gegenden, die er auf seiner Reise durchwandert.

Wofern ich dasjenige auf meiner linken Seite gewahr werde, was ich vorher zur rechten hatte, so kann ich sicher daraus schliessen, daß eine wirkliche Bewegung vorgegangen sey; aber diese Veränderungen der Verhältnisse ist nicht allein hinlänglich mich zu belehren, daß ich es selbst sey, der sich von dem Ort, wo ich mich vorher befand, an einen andern begeben habe. Denn es würde eben dieser Erfolg entstehen, wenn ich beständig in der Ruhe verblieben wäre, wenn man nur dasjenige verrücket, was um mich herum befindlich ist. Es mag also die Sonne sich binnen 24 Stunden um die Erde herum bewegen, oder die Erde in gleicher Zeit sich um ihre eigne Achse drehen, so werden nach und nach alle Puncte ihrer Oberfläche dem Licht dieses Gestirns dargestellet, und es ist dieß dem Anschein nach einerley; und das Lehrgebäude, welches unserer Kugel die wirkliche Bewegung beyleget, um die verschiedenen Aspecten des Himmels zu erklären, würde immer ein angenomner Lehrsatz geblieben seyn, und vor der gegenseitigen Meynung keinen Vorzug erhalten haben, wofern es nicht durch stärkere Beweisgründe unterstützet würde als die Stellungen der himmlischen Körper, die unter einander gegen die Erde eine gewisse Verhältniß haben.

Bey einem Körper, der in Bewegung ist, hat man drey Hauptstücke zu betrachten, nämlich seine Richtung,

tung, seine **Geschwindigkeit**, und die **Grösse** seiner Bewegung.

Die **Richtung** wird durch die gerade Linie angezeigt, welche ein Körper durch seine Bewegung beschreibet oder zu beschreiben suchet: denn ob er gleich einen Raum durchläuft, der ausser seiner Länge auch noch die andern Ausdehnungen hat, die er selber besitzet, so betrachtet man doch, eben als ob seine Materie auf einen einzigen Punct zusammen gebracht wäre, bey seiner Richtung nur den Weg, den dieser einige Punct durchwandert; daher pflegt man, indem man nur zween Ausdrücke gebraucht, ohne alle Zweydeutigkeit zu verstehen zu geben, wie die Richtung eines beweglichen Körpers beschaffen sey; als wenn man sagt, **der oder jener Fluß lauft von Osten gegen Westen; dieser Gegenstand wendet sich von der Rechten zur Linken.**

Wenn ein Körper anfängt sich zu bewegen, so geschiehet solches allezeit nach einer geraden Linie, welcher er so viel möglich folget; und wenn er davon abzugehen genöthiget wird, so fängt er an eine andere von gleicher Art zu beschreiben, die er auch nicht eher verlässet, als biß man ihn zwinget, eine andere Richtung anzunehmen jedoch allezeit in gerader Linie, wie wir solches weiter unten zeigen werden. Wenn demnach eine Bewegung nach einer krummen Linie geschiehet, so ist diese krumme Linie nichts anders als eine Reihe kleiner gerader Linien, die verschiedene Richtungen haben. Die Schleuder, die man in einem Kreis herum bewegt, läuft durch unendlich viel Richtungen, und der Kreis, den sie beschreibt, kann als ein Vieleck von unendlich vielen Seiten angesehen werden.

S. VIII Th. S. 60. Man giebt den Richtungen der Körper, die in Bewegung sind, so viel verschiedene Namen, als die Stellungen der geraden Linien gegen einander erfodern; man sagt z. B. dieser oder jener Körper bewegt sich **schräg, gleisförmig, senkrecht** u. s. w. gegen den Gesichtskreis, gegen diese oder jene Fläche. Die Richtung des Regens ist schräg gegen den Gesichtskreis gerichtet, wenn es windig ist.

S. VIII. Th. S. 60. Die **Geschwindigkeit der Bewegung** lässet sich aus dem Raume erkennen, den ein beweglicher Körper durchläuft, und aus der Zeit, die er anwendet, denselben durchzuwandern. Um sich einen deutlichen Begriff von der Geschwindigkeit zu machen, ist nicht genug, wenn man sagt, ein Mensch hat zehen Meilen zurück gelegt, sondern man muß auch zugleich anzeigen, wie viel Stunden er gereiset.

Desgleichen wenn von auf einander sich beziehenden Geschwindigkeiten die Rede ist, so ist es nicht hinlänglich, wenn man nur die Zeiten oder die Räume vergleichet, um zu erfahren, wie sich die Geschwindigkeiten beyder Körper gegen einander verhalten, sondern man muß die Räume durch die Zeiten dividiren, und wofern man z. B. befindet, daß jeder derselben in gleicher Zeit eine Klafterlänge durchlaufen habe, so kann man auf die Gleichheit der Geschwindigkeit schliessen; und hingegen auf die Ungleichheit, wofern einer von beyden mehr Zeit brauchet, einen gegebenen Raum durchzuwandern, oder in einer bestimten Zeit nicht so einen weiten Raum durchlauft als der andere. Die Weiser an einer Wand- oder Taschenuhr gehen alle beyde auf dem Zifferblat herum, sie wandern einerley Raum

durch; aber der Stundenzeiger brauchet zwölfmal mehr Zeit als der Minutenzeiger: der letztere hat also zwölfmal mehr Geschwindigkeit als der erste; oder wenn man die Zeit von zwölf Stunden zum gemeinschaftlichen Maaß annimt, so wird man auch bey Vergleichung der durchwanderten Räume sehen, daß der Minutenzeiger den Weg zwölfmal zurücke lege, da der Stundenzeiger solchen nur einmal durchwandert; welches denn auf eins hinaus läuft.

Man vermengt zum öftern die Geschwindigkeit und die Bewegung mit einander, wofern man ein Stück Gork noch einmal so geschwind herum drehet als ein Stück Bley von eben dem Umfang, so sagt man gemeiniglich, der Gork habe mehr Bewegung. Dieser Ausdruck ist nicht richtig, und man wird bald sehen, daß mehrere oder wenigere Bewegung nicht blos von dem Grad der Geschwindigkeit herrühre. Inzwischen pflegen auch diejenigen selbst, denen dieß nicht unbekannt ist, sich doch bisweilen nach der Gewohnheit zu richten, und man sagt, eine **gleichförmige, beschleunigte, langsame Bewegung** u. s. w. obschon diese Einschränkungen allezeit von der Geschwindigkeit verstanden werden müssen.

Die **gleichförmige Geschwindigkeit** eines Körpers ist diejenige, wenn er gleiche Räume in gleichen Zeiten durchläuft; als wenn die Kugel, welche auf einer Fläche fortrollet, in einer Seconde eine Ruthe fortläuft, und in der folgenden zweyten Seconde abermals eine Ruthe und in der dritten Seconde ferner eine Ruthe und allezeit auf eben die Weise, dergestalt, daß die Zeiten und die durchlaufene Räume einander beständig gleich bleiben. Eine solche Gleichförmigkeit

lässet sich leicht als möglich vorstellen; in dem natürlichen Zustande ereignet sie sich jedoch fast niemals, wegen mancherley unvermeidlicher Hindernisse, von denen wir nachher reden werden.

Man nennet eine **beschleunigte Geschwindigkeit** diejenige, wenn ein beweglicher Körper in gleichen Zeiten solche Räume ausmisset, die im Fortgehen beständig zunehmen, oder auch solche Räume, welche unter einander gleich sind, in solchen Zeiten, die immer kürzer werden: wie etwa ein Stein, der frey herabfällt und gegen das Ende seines Falles geschwinder fortgehet als im Anfang.

Wofern hingegen gleiche Räume sich nur in solchen Zeiten endigen, die immer mehr und mehr zunehmen, oder auch da bey voraus gesetzter Gleichheit der Zeiten die durchwanderten Räume beym Fortgehen immer kleiner werden, so ist dieß diejenige Geschwindigkeit, die man die **langsame** nennet; dergleichen die Geschwindigkeit einer Kugel ist, die man fortrollet und die nach und nach immer langsamer gehet, biß sie völlig stille stehet.

Die **Grösse der Bewegung** lässet sich aus der Masse und Geschwindigkeit zusammen genommen schätzen, dergestalt, daß, wenn man eine mit der andern multipliciret, man genau wissen kann, wie sich die Bewegungen zweyer mit einander verglichenen Körper verhalten. Wir wollen z. B. setzen, einer von diesen beyden habe 100 Gran Materie, der andere 500 und alle beyde bewegten sich mit 4 Graden Geschwindigkeit; so wird die Grösse der Bewegung bey dem ersten 100 mit 4 multiplicirt seyn, welches denn 400 macht; und bey dem letzten 500 mit 4 multiplicirt, welches 2000

aus-

ausmacht: also werden sich diese beyden verglichnen Grössen der Bewegung gegen einander verhalten wie 400 und 2000. Man entdecket den Grund, warum man die Grösse der Bewegung also schätzen müsse, ganz leicht, wenn man betrachtet, daß die ganze Geschwindig-keit, mit welcher man einen Körper sich bewegen lässet, allen Theilen der Masse überein zukomme; denn wenn ich ein Ganzes in den Stand setze, daß es binnen ei-ner Seconde eine Ruthe durchlaufen kann, so bestimme ich dadurch seine Geschwindigkeit, ich bringe aber sol-che Geschwindigkeit allen Theilen bey, welche das Gan-ze ausmachen; dergestalt, daß, wenn sie nach erhalte-nem Stoß sich von einander trenneten, man sich nicht vorstellen könne, daß ein einiger derselben in der Ruhe bleiben sollte; hingegen bemerket man, daß, indem sie alle überein sich eben derselben Ursache unterwerfen, welche sie veranlasset hat sich zu bewegen, sie daher, wenn sie von einander abgesondert sind, dasjenige aus-zuführen fortfahren würden, was sie gemeinschaftlich angefangen haben, jedoch daß man hierbey die Hinder-nisse nicht mit gedenke, die sich der Zertheilung zu Fol-ge vermehren, und anderwärts erkläret werden sollen.

Ein sich bewegender Körper kann auch andere in Bewegung setzen, und dieses Vermögen stehet auch mit seiner Masse und seiner Geschwindigkeit im Ver-hältniß, dergestalt, daß man eine durch die andere er-setzen kann. Denn derjenige, welcher wenig Masse hat, beweiset mit vieler Geschwindigkeit eben so viel Kraft als ein anderer mit weniger Geschwindigkeit beweisen würde, wenn er mehr Masse hätte. Mit einem Ham-mer, mit dem man hurtig zuschlägt, schlägt man ei-nerley Nagel eben so weit hinein, als mit einem Gros-

aber auch nicht in Abrede seyn, daß die mehresten von denen, die wider diese neue Lehre aufgebracht worden sind, sie als einen widersinnischen Satz angesehen haben, und daß die meisten nach langen Untersuchungen dafür gehalten haben, man müsse vielmehr suchen, diejenigen Erscheinungen, die der Meynung des Herrn **von Leibnitz** zum Beweise dienen, mit bekannten und durchgängig angenommenen Grundsätzen zu vereinigen, als etwas neues zuzulassen, das mit den klaren und deutlichen Begriffen, welche man sich bis hieher von der Bewegung der Körper gemacht habe, keine Verbindung zu haben schiene.

Wir halten es nicht für nöthig, diese Frage in einem solchen Werke völlig zu untersuchen, wo wir uns nur solche Grundsetze festzusetzen vorgenommen haben, die am wenigsten streitig sind: die Schriften, so diesen berühmten Streit betreffen, sind schon in verschiedenen gedruckten und wohl bekannten Werken besser erläutert worden, als es von uns geschehen möchte. Ich will deren nur zwo anführen: die erste ist das ein und zwanzigste und letzte Hauptstück eines Werkes in 8. so im Jahr 1740. gedruckt worden, unter dem Titul, Institutions de Physique, in welchem ein Frauenzimmer, die eben so viel Achtung wegen ihrer Einsicht als wegen ihres vornehmen Geschlechts verdienet, alles, was man zum Vortheil der lebendigen Kräfte sagen kann, mit aller möglichen Scharfsinnigkeit beygebracht hat; das andere ist eine **Abhandlung von der Schätzung der bewegenden Kräfte der Körper** (Dissertation sur l'estimation des forces motrices des Corps) worinnen der Herr **von Mairan**, als Verfasser derselben, sich auf eine Nachricht berufet, die er im Jahr 1728.

1728. der Akademie der Wissenschaften vorgelesen gehabt, worinnen er auch die Meynung von den lebendigen Kräften aus sehr starken Gründen bestreitet, daneben aber alles dasjenige sehr faßlich und aus den gewöhnlichen Grundsätzen erkläret hat, was da schien, als ob es nicht anders erkläret werden könne als aus dem Grundsatz des Herrn **von Leibnitz**.

Inzwischen darf ich doch nicht verhalten (wie denn solches auch eine von denen Ursachen ist, die mich entschuldiget, daß ich mich bey dieser Frage nicht weiter aufhalte) daß, wenn auch gleich die Meynungen über die Art und Weise die Kraft der in Bewegung stehender Körper zu schätzen, getheilet sind, man dennoch in Ansehung des Products dieser Kräfte und der daraus entstandenen Erfolge einig sey. Diejenigen, welche die Unterscheidung des **Leibnitz** nicht annehmen, kommen inzwischen doch mit den Vertheidigern der lebendigen Kräfte überein, daß die Erfolge von Seiten eines Körpers, welcher sich mit zween Graden Geschwindigkeit bewegt, viermal so viel ausmachen, als bey demjenigen, der nur einen Grad Geschwindigkeit hat. Doch sagen sie, rühret dieses nicht blos davon her, weil 4 das Quadrat von 2 ist, sondern weil der bewegliche Körper, welcher zween Grad Geschwindigkeit hat, eine solche Kraft beweiset, die zweymal so stark vermehret wird als die Kraft eines Körpers, welcher sich mit einem Grad Geschwindigkeit beweget. Man muß auch gestehen, daß wofern man bey der Untersuchung der Gründe, die man zum Beweis der lebendigen Kräfte beybringet, die Zeit mit in Betrachtung ziehet, man sich alsdenn wieder auf dem gewöhnlichen Wege befinde, und daß das Quadrat der Geschwindigkeiten nicht

sen, den man langsam auffallen lässet; ein kleines Gertgen macht keine so grosse Wunde als ein Stock, wenn man gleich mit beyden in gleicher Geschwindigkeit zuschlüge.

Wenn die Bewegung der Körper angewendet wird andere in Bewegung zu setzen, entweder daß sie dieselben blos zu bewegen sich bestrebe, oder sie wirklich in Bewegung bringe, so wird sie **Gewalt** oder **bewegende Kraft** genennet.

Man hatte allezeit geglaubt, diese Kraft müsse ohne Unterschied in allerley Fällen eben also wie die Grösse der Bewegung nach der Masse und Geschwindigkeit geschätzet werden; und es mag ein Körper, der zur Bewegung gereizet worden, sich wirklich bewegen, oder durch Hindernisse zurück gehalten werden, so siehet man in der That nichts anders an ihm als seine Geschwindigkeit, die so vielmal multipliciret wird als er derbe Theile hat, oder, welches eben dieß ist, seine mit seiner blosen Geschwindigkeit multiplicirte Masse; man nimt auch nicht wahr, daß unüberwindliche Hindernisse oder die Freyheit zu wirken das geringste ändern können, weder an seiner Menge von Materie, noch an dem Stoß, welcher seinen Grad der Geschwindigkeit einmal eingerichtet hat.

Inzwischen haben doch verschiedene sehr berühmte Weltweisen die Meynung des Herrn von **Leibnitz** angenommen, welcher zuerst einen Unterschied gemacht hat zwischen der bewegenden Kraft, die durch ein Hinderniß überwunden wird, und zwischen derjenigen, welche gegen einen Widerstand wircket, der nachgiebt. Sie nennen die erste die **todte Kraft**, und sind darinnen mit einander einig, daß sie wie die Grösse der Bewe-

gung

gung geschätzet werden müsse, indem man die Masse durch die blosse Geschwindigkeit multipliciret. Was die letztere anbelangt, die sie die **lebendige Kraft** nennen, so behaupten sie, daß man, um sie nach ihrem rechten Werth zu schätzen, die Masse nicht mit der blossen Geschwindigkeit multipliciren müsse, sondern mit dem Quadrat der Geschwindigkeit, das ist, mit der mit sich selbst multiplicirten Geschwindigkeit. Wofern z. B. die Geschwindigkeit 3 ist, so darf die Masse nicht mit 3. sondern mit 9 multipliciret werden, welche das Product ist von 3 mit 3 multiplicirt. Dieser Meynung zu Folge hat ein Körper, welcher mit 2 Grad Masse und mit einem Stoß wirket, welcher seine Geschwindigkeit auf 4 setzet, nur eine Kraft von 8 Grad, so fern der Widerstand die Oberhand behält; wenn aber dieser Widerstand anfängt nachzulassen, so wird die Kraft, welcher er nachgiebt, lebendig, und steiget von 8 auf 32 Grad.

Man urtheilt ganz recht, wenn man sagt, es habe sich der Herr **von Leibnitz** als ein in der Mathematik so geübter Weltweiser, keinesweges auf eine übereilte Art dazu entschlossen, einen so neuen Grundsatz einzuführen, der von so grosser Wichtigkeit in der Mechanik zu seyn scheinet; er hat solchen selbst mit einem Ausdruck angekündiget, welcher zu erkennen gab, wie viel er darauf bauete (*); und in der That unterstützet er auch seine Theorie mit so scheinbaren Erfahrungen und Vernunftschlüssen, daß man sich nicht verwundern darf, daß er unter den geschicktesten und verständigsten Naturkündigern Vertheidiger gefunden hat. Man kann

 aber

(*) Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii & aliorum &c. Act. erud. Lips. 1686. p. 161.

aber auch nicht in Abrede seyn, daß die mehresten von denen, die wider diese neue Lehre aufgebracht worden sind, sie als einen widersinnischen Satz angesehen haben, und daß die meisten nach langen Untersuchungen dafür gehalten haben, man müsse vielmehr suchen, diejenigen Erscheinungen, die der Meynung des Herrn von **Leibnitz** zum Beweise dienen, mit bekannten und durchgängig angenommenen Grundsätzen zu vereinigen, als etwas neues zuzulassen, das mit den klaren und deutlichen Begriffen, welche man sich bis hieher von der Bewegung der Körper gemacht habe, keine Verbindung zu haben schiene.

Wir halten es nicht für nöthig, diese Frage in einem solchen Werke völlig zu untersuchen, wo wir uns nur solche Grundsetze festzusetzen vorgenommen haben, die am wenigsten streitig sind: die Schriften, so diesen berühmten Streit betreffen, sind schon in verschiedenen gedruckten und wohl bekannten Werken besser erläutert worden, als es von uns geschehen möchte. Ich will deren nur zwo anführen: die erste ist das ein und zwanzigste und letzte Hauptstück eines Werkes in 8. so im Jahr 1740. gedruckt worden, unter dem Titul, Institutions de Physique, in welchem ein Frauenzimmer, die eben so viel Achtung wegen ihrer Einsicht als wegen ihres vornehmen Geschlechts verdienet, alles, was man zum Vortheil der lebendigen Kräfte sagen kann, mit aller möglichen Scharfsinnigkeit beygebracht hat; das andere ist eine **Abhandlung von der Schätzung der bewegenden Kräfte der Körper** (Dissertation sur l'estimation des forces motrices des Corps) worinnen der Herr **von Mairan**, als Verfasser derselben, sich auf eine Nachricht berufet, die er im Jahr

1728.

1728. der Akademie der Wissenschaften vorgelesen gehabt, worinnen er auch die Meynung von den lebendigen Kräften aus sehr starken Gründen bestreitet, daneben aber alles dasjenige sehr faßlich und aus den gewöhnlichen Grundsätzen erkläret hat, was da schien, als ob es nicht anders erkläret werden könne als aus dem Grundsatz des Herrn **von Leibnitz**.

Inzwischen darf ich doch nicht verhalten (wie denn solches auch eine von denen Ursachen ist, die mich entschuldiget, daß ich mich bey dieser Frage nicht weiter aufhalte) daß, wenn auch gleich die Meynungen über die Art und Weise die Kraft der in Bewegung stehender Körper zu schätzen, getheilet sind, man dennoch in Ansehung des Products dieser Kräfte und der daraus entstandenen Erfolge einig sey. Diejenigen, welche die Unterscheidung des **Leibnitz** nicht annehmen, kommen inzwischen doch mit den Vertheidigern der lebendigen Kräfte überein, daß die Erfolge von Seiten eines Körpers, welcher sich mit zween Graden Geschwindigkeit bewegt, viermal so viel ausmachen, als bey demjenigen, der nur einen Grad Geschwindigkeit hat. Doch sagen sie, rühret dieses nicht blos davon her, weil 4 das Quadrat von 2 ist, sondern weil der bewegliche Körper, welcher zween Grad Geschwindigkeit hat, eine solche Kraft beweiset, die zweymal so stark vermehret wird als die Kraft eines Körpers, welcher sich mit einem Grad Geschwindigkeit beweget. Man muß auch gestehen, daß wofern man bey der Untersuchung der Gründe, die man zum Beweis der lebendigen Kräfte beybringet, die Zeit mit in Betrachtung ziehet, man sich alsdenn wieder auf dem gewöhnlichen Wege befinde, und daß das Quadrat der Geschwindigkeiten nicht

mehr Statt finde bey der Schätzung derer Kräfte, welche nur durch solchen Widerstand, der nachgiebet, aufgehalten werden, sondern nur bey der Schätzung derer, welche gegen unüberwindliche Hindernisse wirken.

Aus diesem Geständniß und dessen Einschränkung folget nun, daß, wenn ja der Streit über die lebendigen Kräfte nicht blos den Namen betrift, man wenigstens behaupten könne, daß er keineswegs für die Mechanik von so grosser Wichtigkeit sey, als er zu seyn scheinet, und daß man in der Anwendung, ohne sich eines Irrthums zu besorgen, die Kraft der Körper ohne Unterschied aus der Grösse der Bewegung schätzen könne, das ist, aus ihrer Masse und ihrer blosen wirklichen Geschwindigkeit, wofern sie sich wirklich bewegen; und wofern sie durch unüberwindliche Hindernisse zurück gehalten werden, aus ihrer Bestrebung zur Bewegung, die sich eben so verhält wie die Masse und ihre anfängliche Geschwindigkeit, das ist, diejenige, mit welcher sie sich zu bewegen anfangen würden, wofern das Hinderniß nachgäbe.

Die Ruhe ist derjenige Zustand, welcher der Bewegung entgegen gesetzt ist; sie ist also die Beschaffenheit eines Körpers, welcher in gleicher Verhältniß der Stellungen gegen die Dinge bleibet, die nahe oder ferne um ihn herum sind. Ich sage, nahe oder ferne, um damit anzuzeigen, daß hier die Rede sey von der unumschränkten Ruhe, und daß man den Zustand eines Körpers, welcher nebst dem, was um ihn herum sich befindet, wie etwa ein Mensch, welcher nebst drey andern Personen in einerley Fuhrwerk sich befindet, fortgeführet wird, nicht also ansehe; denn wenn er gleich in Ansehung derer, welche ihn begleiten, in

Ruhe sich befindet, so ist er doch in Ansehung der äusserlichen Gegenstände nicht in Ruhe.

Diese Art von Ruhe, welche wir hier gänzlich ausschliessen, ist vielleicht doch die einzige, welche man zugeben muß, wenn man im strengern Verstande davon redet; denn wofern die ganze Kugel, darauf wir wohnen, ohn Unterlaß um ihre Achse gedrehet wird und um die Sonne herum einen Kreis beschreibet, wie solches sehr wahrscheinlich ist, so befindet sich kein Körper auf ihrer ganzen Oberfläche, welcher an der Bewegung keinen Antheil haben sollte, die allen ihren Theilen gemein ist; und wofern etwas in Ruhe zu seyn scheinet, so geschiehet es blos in Beziehung auf die andern irrdischen Gegenstände. Da aber alles, was sie in dieser Betrachtung umgiebet, sich so weit erstrecket, als unsere ganze Erdkugel, wenn man nur irrdische Körper gegen einander vergleichet, so kann man nur die Ruhe desjenigen Körpers als unumschränkt ansehen, der seine Stellung in Absicht auf jene nicht verändert.

Die Ruhe hat keinesweges ihre besondern Stufen wie die Bewegung, dafern man sie nicht mit der Trägheitskraft vermenget; sie bleibt allezeit das, was sie seyn kann: jedoch kann es geschehen, (und dieß ist etwas sehr gewöhnliches) daß ein Körper, sofern er als ein Ganzes angesehen wird, sich in der Ruhe befinde, und daß seine Theile sich in einer wirklichen Bewegung befinden. Ein grosses Bruchstück Marmor, welches an der Sonnenhitze heiß wird, verändert seine Stelle gar nicht, aber alle seine Theile sind in Bewegung; denn alle Naturkündiger kommen darinnen mit einander überein, daß eine der vornehmsten Erfolge der Wärme die-

ser

ser sey, daß sie die Theile der Masse in Bewegung setze, in welche sie wirket.

Dritter Abschnitt

von den

Gesetzen der einfachen Bewegung.

Durch die Gesetze der Bewegung verstehet man gewisse Regeln, nach welchen sich alle Körper überhaupt und beständig bewegen, wenn sie einer bewegenden Kraft nachgeben.

Die einfache Bewegung ist die Bewegung eines Körpers, der nur einer einzigen Kraft nachgiebt, oder der nur zu einem einzigen Punct zu gelangen bemühet ist. So ist die Bewegung eines Menschen beschaffen, welcher in gerader Linie auf einem zugefrohrnen Strom fortrutschet, oder die Bewegung eines schweren Körpers, den seine Schwere in einer geraden Linie senkrecht mit dem Gesichtskreis herab treibt: eine solche Bewegung ist der Erfolg von einem einzigen Stoß oder von mehrern, welche auf einander folgen in einerley Richtung.

Erstes Gesetz

der einfachen Bewegung.

Jeder Körper, der einmal in Bewegung gesetzt worden, setzet solche in eben der Richtung und mit eben dem Grad der Geschwindigkeit, so er zuerst erlanget hat, beständig fort, wofern

sein Zustand nicht durch eine neue Ursache verändert wird.

Das heist so viel, wenn er von der geraden Linie abgehet, die er zu beschreiben angefangen hat, wofern seine Geschwindigkeit entweder vermindert oder vermehret wird, so kommen solche Veränderungen von einer besondern Ursach her, die ihm eine andere Bestimmung giebt, die zu seiner Bewegung etwas hinzuthut oder etwas davon abnimt, ohne welches die erstere Ursache ihren Erfolg völlig hervorgebracht haben würde; denn warum sollte sein Zustand sich ändern? Die Trägheitskraft, welche ihn, so viel als es möglich war, in seiner Ruhe erhalten hat, und die er hat überwältigen müssen, um sich in Bewegung zu bringen, macht, daß er hernach bey aller Veränderung, so viel als möglich ist, widerstehet, und dieser Widerstand muß von neuem überwältiget werden durch eine wirkliche Kraft, ehe man einen Grad mehr oder weniger bey dem Zustand des beweglichen Körpers wahrnehmen kann.

Warum hat sich aber die Natur selbst ein Gesetz gemacht, das seinen Zweck nie erreichet? oder vielmehr, wie haben wir denen Körpern, so sich bewegen, eine Beständigkeit in der Richtung und Geschwindigkeit beylegen mögen, welche die Natur gar nicht aufweiset? Hat denn jemand eine Bewegung gesehen ohne Veränderung, die immer fortgesetzet worden, ohne daß sie nöthig gehabt erneuert zu werden? Komt nicht der beweglichste und auf das heftigste erregte Körper endlich wieder zur Ruhe nach einer längern oder kürzern Zeit?

Man muß allerdings bekennen, daß wir keine einzige Erfahrung in unserer Gewalt haben, welche den

Satz dieses ersten Gesetzes unmittelbar und auf eine sichere Art beweise.

Wir haben jedoch 1) oben gezeiget, daß ein Körper, er befinde sich auch in einem Zustand, in welchem er wolle, in demselben vermöge einer gewissen Kraft zu beharren suche, welche wir die Trägheitskraft genennet haben. Dieser Grundsatz ist hinlänglich zur Errichtung des obgedachten Gesetzes, weil man, wenn man allen Widerstand bey Seite gesetzt seyn lässet, wenn ein Körper einmal in Bewegung ist, nichts an ihm bemerket, das dem empfangenen Stoß widerstehe, noch das die Trägheitskraft vernichte, die sich der Veränderung seines Zustandes entgegen setzet.

2. Wofern es wahr ist, daß die Körper allezeit ihre Bewegung nach einer gewissen Zeit verlieren, so ist es eben so gewiß, daß uns allezeit solche Hindernisse bekannt sind, welche deren Verlust veranlassen; und weil unvermeidliche Widerstände (ob sie gleich fremde sind) die Bewegung eines Körpers aufheben, sollte wohl dieses eine Ursach seyn, daß wir daraus schließen dürften, die Bewegung sey von solcher Beschaffenheit, daß sie nicht bestehen könne? Muß man nicht vielmehr das Gegentheil selbst aus dem schließen, weil schlechterdings wirkliche Widerstände erfodert werden, um solche gänzlich aufzuheben? Wir wollen daher sehen, welches die Ursachen sind, die die Bewegung aufheben, und vorzüglich diejenigen aussuchen, welche dergestalt mit dem natürlichen Zustand verbunden sind, daß sie gar nicht vermieden werden können.

Es mag 1) ein Körper an einem Ort und auf eine Art bewegt werden, wie man nur immer will, so befindet er sich doch allezeit in einer flüßigen Materie, die

die deswegen das **Mittel** oder **Zwischenmaterie** genennet werden mag, die er ohne Unterlaß vor sich her forttreiben muß, um sich einen Weg zu bahnen; da auch dieses Zwischending materiell ist, so thut es einen beständigen Widerstand gegen den beweglichen Körper, welcher es von seiner Stelle zu verrücken sucht. Dieser kann daher seine Bewegung nicht anders fortsetzen, als daß er jeden Augenblick einen Theil seiner Bewegung anwendet zur Ueberwältigung dieses Widerstandes: solchem nach hat er nach Verlauf einer gewissen Zeit dieselbe ganz erschöpfet und befindet sich wieder in Ruhe.

Da 2) alle Körper schwer sind, so kann sich kein einiger in einer Richtung bewegen, die von derjenigen unterschieden ist, welche seiner Schwere zukomt, wofern er nicht aufgehängt ist, oder auf einer Fläche liegt, oder in etwas flüßigem fortrutschet, welches ihn überall umgiebt. Auf welche Weise man ihn sich auch vorstellen mag, so muß er doch allezeit durch verschiedene Puncte der Oberfläche der Ebene, so er durchwandert, oder der Zwischenmaterie, welche er zertheilet, hindurch, oder die Dinge, so ihn angehängt erhalten, müssen eben dieses gegen einander thun. Diese nach und nach erfolgte Anlegung einer Oberfläche an die andere heiset das **Reiben**, und widerstehet der Bewegung ebenfalls: denn die Oberfläche der Körper ist nie vollkommen eben; die hohen Theile des einen legen sich in die Hohlungen des andern, welches denn Veranlassung giebt, daß sie nicht anders als mit einiger Beschwerlichkeit fortrutschen.

Der Widerstand der Zwischenmaterien, und der, welcher von den Reibungen entstehet, sind demnach

solche

solche Ursachen, welche verhindern, daß das erste Gesetz der Bewegung den Endzweck nicht völlig erreichet, weil solche in dem natürlichen Zustande unvermeidlich sind, und folglich daraus Widerstände entstehen, welche alle Augenblicke unumgänglich einen Theil der Geschwindigkeit verrichten.

Es wendet daher keine Maschine, die man in Bewegung gesetzet, jemals alle ihre empfangene Bewegung gegen den Widerstand an, den man zu überwältigen sich vorgenommen hat, weil die erst angeführten Ursachen nothwendig einen Theil davon aufheben. Da nun viel daran gelegen ist, daß man wisse, wie viel davon nach diesem Abzug übrig bleibe, so wollen wir hier dasjenige erläutern, worauf man vornehmlich zu sehen habe, wenn man die aus dem Reiben oder aus der Zwischenmaterie herrührende Widerstände schätzen will.

Erste Abtheilung

von dem Widerstand der Zwischenmaterien.

Die Zwischenmaterien widerstehen, ihrer Flüßigkeit ohnerachtet, dennoch wie die andern Körper, vermöge ihrer Trägheitskraft, die sich ihrer Verrückung entgegen setzet; es ist aber die Trägheitskraft, wie wir bereits erinnert haben, allezeit der Masse angemessen: wenn übrigens alles gleich ist; so thut die Zwischenmaterie destomehr Widerstand, je dichter sie ist. Es rühret jedoch die Masse der Körper nicht allein von ihrer Dichtheit her, sondern auch von ihrer Größe; denn ein Maaß Wasser wieget schwerer als ein Nösel von eben solchen Wasser: also widerstehet eben diese Zwischen-

schenmaterie unter gleichen Umständen nach dem Ebenmaaß der Größe, die man davon aus ihrer Stelle verrücket; und diese Größe muß nach der vordersten Oberfläche des darinnen sich bewegenden Körpers abgemessen werden, und nach dem Raume, den man ihn durchwandern lässet. Wenn ich das Wasser oder die Luft mit der flachen Hand zertheile, so verrücke ich jeden Augenblick weit mehr davon, als wenn ich solche in gleicher Zeit blos mit der Schärfe eben dieser Hand zertheilete, und spüre auch mehr Widerstand.

Wenn die Masse dieses Theils von Zwischenmaterie, den man aus seiner Stelle verrücken soll, nach ihrer eigenen Dichtheit und nach der Größe der derben Oberfläche, welche solchen forttreibet, bestimt worden, so muß sie ferner durch die Geschwindigkeit des beweglichen Körpers bestimmet werden; denn man kann leichtlich begreifen, daß, wenn ich meine Hand in einer Secunde zween Schuhweit in dem Wasser bewegen lasse, ich eine größere Menge der flüßigen Materie von ihrer Stelle verrücke, als wenn meine Hand in gleicher Zeit nur einen Raum von einem Schuh durchwandert hätte. Nun macht ja eine größere Menge Wasser auch eine größere Masse aus, die mehr widerstehet, und die Trägheitskraft setzet sich einer größern Geschwindigkeit, wie sie sich dem ersten Grad entgegen gesetzet hat, den man der flüßigen Materie, die nachgiebt, beygebracht hatte. Die folgenden Versuche werden den Beweis von dem abgeben, was wir erst jetzt in Ansehung der Zwischenmaterien fest gesetzt haben, und das völlig erläutern, was wir bereits davon angebracht haben.

Erster Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 73. Man hat eine Art von einer Mulde oder von einem Troge vermittelst eines Unterschieds, welcher sich von einem Ende zum andern erstrecket, in zween gleiche Theile abgetheilt, damit man in das eine Wasser schütten und das andere blos mit Luft angefüllt lassen möge. An einem doppelten Galgen, welcher mitten auf dem Unterschiede aufgerichtet worden, hangen zwey Stäbgen von gleicher Länge herab, an deren Enden zwo metallene Kugeln befestiget sind, welche einerley Gewicht und Umfang haben, deren jede, wenn man sie in Bewegung setzt, in demjenigen Theil der Mulde, über welchem sie sich befindet, hin und her gehen kann. Fig. 1. Taf. *XI.*

Erfolg.

Wenn die beyden Kugeln in einerley Zeit mit gleichen Größen der Bewegung fortgehen, so verlieret diejenige, so sich in dem Wasser beweget, alle ihre Geschwindigkeit innerhalb 4. oder 5 Secunden, da hingegen die andere, die in demjenigen Theil des Troges, welcher nichts als Luft enthält, hin und her schwanket, ihre Geschwindigkeit sehr lange Zeit behält, und solche nicht eher als nach sehr vielen dergleichen Schwankungen gänzlich verlieret.

Erklärung.

Da die beyden Kugeln aus einerley Metall bestehen, und von gleichem Umfang sind, wie man voraus setzet, so haben sie nothwendig gleiche Massen, und wenn sie anfangen solche Bogen zu beschreiben, die den Enden der beyden Stäbgen, die von gleicher Länge sind, gleichen, so sind ihre Geschwindigkeiten auch gleich, wie wir künftig zeigen werden. Da nun die Bewegung durch die Masse und durch die Geschwindigkeit ausgemessen wird, so fangen die beyden Kugeln unseres Versuches an sich mit gleichen Größen der Bewegung zu bewegen. In dem ersten Augenblick treibet eine jede derselben einen gleichen Umfang der flüßigen Materie, darinnen sie sich beweget, hinweg; es ist aber der Umfang des Wassers, das durch F weggetrieben worden, ohngefähr 800 mal dichter als die durch G hinweg getriebene Luft. Diese beyden beweglichen Körper haben daher ihre Kräfte gegen ziemlich ungleiche Widerstände angewendet, weil sie sich wie 1 zu 800 verhalten; demnach hat die Kugel F nicht weiter fortrücken können ohne einen Theil ihrer Kraft zu verlieren, der demjenigen 800 mal gleich ist, den die Kugel G von ihrer Kraft verloren hat. Was nun in dem ersten Augenblick geschiehet, das äußert sich in dem darauf folgenden wieder von neuem; und die Geschwindigkeiten der beyden beweglichen Körper vermindern sich also in einem solchen Unterschied, der bey nahe mit dem Unterschiede der Zwischenmaterien in gleicher Verhältniß stehet, bis endlich eine so wohl als die andere völlig wieder zur Ruhe gebracht worden ist.

Anwendung.

Newton hat bereits erwiesen, daß ein kugelförmiger Körper, der sich in einer Zwischenmaterie bewegt, die ganz ruhig und von einer gleichen Dichtheit mit der Seinigen ist, die Hälfte seiner Bewegung verliere, ehe er noch durch einen Raum gegangen, der so lang ist als sein doppelt genommener Durchmesser. Man erinnere sich hier dererjenigen Grundsätze, die wir oben festgesetzet und jetzo eben durch den vorigen Versuch bestätiget haben; so wird man leichtlich begreifen, wie man den Widerstand recht genau ausrechnen könne, den eine flüßige Materie der Bewegung eines darein gesteckten Körpers zu thun vermag. Denn gesetzt, es sey solches eine göldene Kugel, welche sich in gerader Linie in dem Wasser beweget, so wird dasjenige, was sie aus seiner Stelle verrücket, einer Walze gleich seyn, deren Grundfläche eben den Durchmesser hat wie die Kugel, und zur Achse diejenige Linie, welche ihr Mittelpunct bezeichnet. Man weiß, was für ein Verhältniß zwischen den Dichtheiten des Goldes und des Wassers ist; man weiß ingleichen, wie sich eine Kugel zu einer Walze von einem gegebnen Durchmesser und einer gegebnen Höhe verhalte. Da nun alle diese Grössen bekannt sind, so kann man von demjenigen Widerstand urtheilen, den das Wasser der Kugel entgegen setzet, während daß sie diesen oder jenen Raum durchwandert: und wenn man dasjenige, was sie von ihrer Geschwindigkeit verloren hat, mit dem vergleichet, was sie von solcher hatte, da sie anfing sich zu bewegen, so kann man dasjenige ausrechnen, was sie noch übrig behält.

Wir haben bereits angezeigt, daß man, um den Widerstand der flüßigen Materien zu schätzen, auch zugleich mit auf die Geschwindigkeit des beweglichen Körpers zu sehen habe. Es ist keine Zwischenmaterie so theilbar, welche nicht eine gewisse Zeit zum Weichen erfodern sollte. Wir befinden gemeiniglich, daß diese Zeit sehr kurz sey, weil die Geschwindigkeiten, die wir zu ihrer Zertheilung anwenden, nicht sonderlich groß sind; und die Vergleichung, die wir zwischen der gegen sie angewendeten Zeit und der Zeit ihrer Nachgebung anstellen, veranlasset uns dieses Urtheil zu fällen, das man wieder fahren lässet, wenn man gewisse Erfolge betrachtet, die man nicht anders erklären kann, als wenn man voraus setzet, daß der flüßigen Materie keine Zeit zum Nachgeben verstattet worden sey. Warum befördern z. B. die Schläge mit den Rudern den Fortgang eines Schiffes? und warum treiben sie dasselbe desto schneller fort, je geschwinder und öfterer dieselben wiederholet werden? Dieses komt daher, weil, wenn man geschwinder auf das Wasser schlägt als es nachgeben kann, solches durch diese Langsamkeit im Weichen den Unterstützungspunct eines Hebels abgiebt, den der Ruderer in Bewegung setzet. Die Fische thun mit ihren Schwänzen eben das, was der Ruderknecht mit seinem Ruder, der Schwimmer mit seinen Armen und Füssen, und die Wasservögel mit ihren Pfoten zu thun pflegen, die zu dem Ende auf eine solche Art gebildet sind, die geschickt ist einen großen Umfang Wassers fortzutreiben.

Zweyter Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 75. Bey der 2. Figur Taf. *XI.* stellet *H I* eine Bewegung eines Uhrwerks vor, dabey ein Windfang mit zweenen Flügeln 1. 2. dasjenige Werkzeug abgiebt, das der Bewegung eine ordentliche Einrichtung verschaffet; die Feder wird mit einem Schlüssel aufgezogen, und das Stück *K* ist ein Hebel, welcher sich von der Linken zur Rechten und von der Rechten zur Linken bewegt, um das Räderwerk in Bewegung zu setzen oder aufzuhalten. Man setzet dieses Werkzeug auf den Teller der Luftpompe, welche wir Fig. 1. Taf. *VI.* in der 2. Vorlesung vorgestellet haben; und bedecket es mit einer gläsernen Glocke, die oben mit einem metallenen Stäbgen *L* versehen ist, das mitten durch einen mit fettgemachten Leder angefüllten küpfernen Ringel durchläuft, und womit man den Hebel *K* herum ziehen kann, ohne einige Luft unter die Glocke zu lassen, wenn man solche vorher davon entlediget hat. Man sehe die 3. Fig. Taf. *XI.*

Erfolg.

Wenn man das Räderwerk in dem Luftleeren Raum in Bewegung setzet, so bemerket man aus den vielen Schlägen der Hämmer, welche an das kleine Glöckgen anschlagen, daß die Bewegung des Räderwerks viel freyer sey, als wenn die

die Glocke mit solcher Luft, wie in dem Dunst-Kreise sich befindet, angefüllet ist.

Erklärung.

Dasjenige, was man gemeiniglich den **Luftleeren Raum des Boyle** nennet, ist nichts anders als ein Raum, darinnen man die Luft vermittelst derjenigen Luftpompe, welche dieser engländische Weltweise in größere Vollkommenheit gesetzet, so sehr verdünnet hat, als nur möglich ist; wir werden jedoch zeigen, (und alle Naturkündiger sind auch deßfalls einstimmig,) daß dieser Luftleere Raum nichts anders sey als eine solche Zwischenmaterie, die nicht mehr so dichte ist als diejenige, darinnen wir die mehresten Körper sich bewegen sehen. Das Räderwerk hat weder in einen noch in den andern von diesen beyden Zwischenmaterien, das ist, in der gewöhnlichen und in der verdünnten Luft, völlige Freyheit, weil der Windfang auch bey seiner Unabhängigkeit von andern Ursachen doch allezeit einigen Widerstand zu überwinden hat, um sich in der ihn umgebenden flüßigen Materie zu bewegen. Der Widerstand dieser flüßigen Materie hat ein gewisses Verhältniß mit ihrer Dichtheit, und aus diesem Grunde lässet das Werkzeug, das die Bewegung ordentlich einrichtet, und selbst nicht sonderlich zurück gehalten wird, in einer nicht so dichten Luft den Rädern mehr Freyheit, und veranlasset die Hämmer, daß sie öfterer schlagen.

Anwendung.

Man siehet aus diesem Versuch, daß die Luft eine widerstehende Zwischenmaterie sey, welche sich gegen

die in Bewegung stehenden Körper wie alle andere flüßige Materien bezeiget, doch dieses ausgenommen, daß, da sie bey weiten nicht so dichte ist als die mehresten unter ihnen, sie unter gleichen Umständen weniger widerstehet: um daher einen Unterstützungspunct bey ihrem Widerstand zu bekommen, wie wir gesehen haben, daß man dergleichen bey dem Widerstand des Wassers antreffe, muß man dieselbe in einerley Zeit mit desto mehr Geschwindigkeit schlagen oder auch einen größern Umfang derselben fortstossen. Die Vögel schwingen sich in die Höhe und erhalten sich in der Luft und fliegen weit durch dieselbe fort, der Schwere ihrer Körper ohnerachtet, welche allezeit die Schwere der Zwischenmaterie, darinnen sie sich befinden, merklich übertrift. Diejenigen, welche sehr lange und sehr weit fliegen, wie die Schwalben, die mehresten Raubvögel, verschiedene Wasservögel u. a. m. haben gemeiniglich kleine Leiber, viele Federn und sehr große Flügel; da hingegen diejenigen, welche einen kürzern Flug haben oder nicht so oft fliegen, gemeiniglich mehr Fleisch und dem Verhältniß nach weit kleinere Flügel besitzen. Giebt man aber auf diese wohl Acht, so wird man wahrnehmen, daß diese währendem Flug geschwinder mit den Fittigen schlagen als die andern; die Sperlinge, Finken, Stieglitze, Hänflinge u. d. gl. fliegen gleichsam springend und erhalten sich nicht lange in einerley Richtung; ihre Flügel können ihre Körper nur durch eine Geschwindigkeit erheben und unterstützen, wozu sie kaum einige Augenblicke anwenden können: unter der Zeit da sie ausruhen, um wieder von neuem anzufangen, ergreift sie ihr eigen Gewicht, und macht, daß sie einen Theil der vorher erlangten Erhebung wieder verlieren; daher

ist

ist ihr Flug nichts anders als eine Reihe von lauter Sprüngen.

Es giebt Vögel, die sich eine Zeitlang in einerley Höhe erhalten, ohne daß sie die Flügel zu bewegen scheinen (welches man schweben nennet): man muß jedoch annehmen, daß sie sich bewegen, daß aber ihre Schwankungen so schnell und so kurz sind, daß man sie in einer ziemlichen Entfernung nicht wahrnehmen kann. Die große Geschwindigkeit dieser Bewegung kann einige Zeit lang statt deutlicher Schwingungen der Fittige dienen; und man bemerket auch, daß die schwebenden Vögel sich von Zeit zu Zeit genöthiget sehen die Höhe, von der sie unvermerkt herab gekommen, durch einen gewöhnlichen Flug wieder zu gewinnen, und durch langsamere und mehr anhaltende Bewegungen die Mäusgen so zu reden ausruhen zu lassen, deren Schnellkraft unter den kurzen und öftern Schwankungen allzusehr gespannt worden.

Man siehet hieraus, warum die zahmen Vögel, oder diejenigen, welche zu gewissen Jahrszeiten sehr fett werden, so wenig oder schlecht fliegen. So wie sie an der Masse zunehmen, so sollten auch ihre Fittige größer werden, um einen größern Umfang der Luft zu umfassen, oder ihre Kräfte müßten eben so zunehmen, damit sie sich mit mehrerer Geschwindigkeit bewegen möchten; allein so ist der Grad der Stärke und die Bildung der Theile bey jeder Art keiner solchen Veränderung unterworfen, wie das Zunehmen am Leibe.

Nun stelle man eine Vergleichung an zwischen dem Gewicht eines Menschen und der Stärke, die er in den Armen haben müßte, um Flügel von einer Größe, die mit seiner Masse in gleichem Verhältniß stünde, mit

einer Geschwindigkeit zu bewegen, die fähig wäre ihn in der Luft zu erhalten, so wird man sehen, wie groß die Thorheit derer gewesen sey, die gewisse Mittel zu fliegen zu erfinden gesuchet, und sie für möglich gehalten haben. Man wird sich vergeblich einbilden, als ob hierzu nichts weiter als Geschicklichkeit und Uebung erfodert werde; es würde auch leicht können gezeigt werden, daß die Arme des stärksten und geübtesten Menschen einer ununterbrochnen Kraft, welche dergleichen Erfolg zuwege bringen könne, nicht fähig sind.

Dritter Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 82. Das Werkzeug, welches die 1. Fig. Taf. *XII.* vorgestellet, ist ein zweyfaches Windmühlenrad, so einerley Anzahl von Fittigen hat, die auch daneben von gleichem Gewichte, Breite und Länge sind, jedoch mit diesem Unterschied, daß an einem von beyden die Fläche eines jeden Fittiges dergestalt gegen die Achse abhängig seyn kann, wie man es verlanget: eine Feder, welche sich losspannet, wenn man einen Knopf niederdrücket, den man in *M* erblicket, treibet zwo kleine Spindeln *N N*, welche an den Naben der Räder befestiget sind, mit gleicher Kraft an; da sie also alle beyde diesem gemeinschaftlichen Stoß nachgeben, so fangen sie an sich mit gleichen Geschwindigkeiten zu bewegen.

Erfolg.

Erfolg.

Wenn alle Fittige der Windmühlräder sich in einerley Stellungen gegen ihre Achsen befinden z. B. wenn bey dem einen so wohl als bey dem andern die Fläche eines jeden Fittiges mit der gemeinschaftlichen Achse gleichlaufend ist, so dauret die von der Feder erregte Bewegung bey beyden überein lang; sie verrichten gleichviel Umläufe und hören mit einander auf sich zu bewegen. Wofern hingegen an einem von den kleinen Windmühlrädern die Breite der Fittige in geraden Winkeln nach der Achse zu gerichtet ist, oder (welches eben so viel ist) wenn sich ihre Flächen insgesamt in der Fläche eben desselben Kreises befinden; alsdenn veranlasset eben derselbe Stoß, daß sich dieses geschwinder und länger herum drehet als das andere.

Erklärung.

In dem erstern Fall des vorhergehenden Versuches stellen sich die Flügel einer jeden Windmühle von der Vorderseite der gemeinschaftlichen Zwischenmaterie dar, die sie von ihrer Stelle vertreiben müssen, wenn sie sich bewegen wollen: übrigens sind sie in keinem einigen Umstande von einander unterschieden, wie man voraus setzet; sie erfahren also in gleicher Zeit gleichen Widerstand; folglich verlieren sie in gleichen Augenblicken auch gleichviel Kräfte; wenn die Geschwindigkeit auf einmal bey einem von beyden Windmühlen abbricht, so muß sie auch an

der andern gleichfalls aufhören. In dem andern Fall hingegen stellet eine von den beyden Windmühlen ihre Flügel von der schmalen Seite dar; in solcher Stellung stellen sie nichts weiter vor als Schienen, welche die Luft leicht zertheilen, und bey weiten nicht mehr eben denselben Widerstand ihres Theils empfinden, weil der Umfang, welcher von seiner Stelle verrücket werden muß, viel geringer ist; also muß diejenige, welche in gleichen Zeiten weniger von ihrer Kraft verlieret, sich nothwendig geschwinder und länger herum drehen als die andere.

Anwendung.

Dieser letzte Versuch zeiget, daß einerley Masse verschiedene Widerstände empfinden könne in einerley Zwischenmaterie, nachdem sie demselben eine grössere oder kleinere Fläche gerade entgegen stellet. Der Ruderknecht lässet sein Ruder mit der Fläche aufs Wasser schlagen, wenn er einen Unterstützungspunct in dem Widerstande des Wassers suchet; hingegen hebt er es mit der Schärfe wieder empor, um sich desto weniger zu ermüden, wenn er sich in den Stand setzen will von neuem anzufangen.

Aus eben dem Grunde erhält auch ein Körper seine Bewegung weit besser, wenn er ganz, als wenn er zertheilet ist: denn die Zertheilung vervielfältiget die Oberflächen und folglich den Widerstand der Zwischenmaterie. Wenn eine Unze Bley aus einer Flinte heraus fähret, es geschähe nun unter was für einer Grösse der Oberfläche es wolle, so ist der Schlag des Pulvers, welcher seine Geschwindigkeit bestimmet, überein; inzwischen

zwischen ist es jederman bekannt, daß eine Kugel allezeit viel weiter getrieben werde als eben so viel Bley in Schroten; dieser Unterschied rühret von dem Widerstand der Luft her, die nach dem Verhältniß der Oberflächen wirket; denn ein jedes Körngen Bley stellet eben so, wie die Kugel, der Luft, welche es zertheilet, allezeit die Hälfte ihrer kugelförmigen Oberfläche dar; und bey gleichen Gewichten übertrift die Summe der kleinen halbkugelförmigen Oberflächen von den Schroten die Oberfläche von einer einzigen Kugel gar weit.

Da es sich öfters zuträgt, daß man auf den Widerstand der Zwischenmaterie nicht genug rechnet, so wird ihm auch bisweilen aus einem Vorurtheil mehr beygelegt als er davon äussert. Wer hat z. B. nicht davon gehört, ein Flintenschuß, der übers Wasser gehe, oder der von dem Ufer eines Flusses oder Teiches zum andern überfahre, treibe das Bley nicht so weit, als sonst an allen andern Orten? Der Grund, den man davon angiebt, indem man sagt, die Ausdünstung des Wassers verdicke die Luft, hat einige Wahrscheinlichkeit; man macht sie aber zu groß, wenn man dieser vorgeblichen Verdickung der Luft merkliche Erfolge zuschreibet. Der vorhergehende Versuch hat gezeiget, daß man ihren Widerstand auf keine beträchtliche Weise verändere, es sey dann daß man einen wichtigen Unterschied in der Dichtheit zu Wege bringe: und verschiedene mehrmals sorgfältig wiederholte Versuche haben mich belehret, daß obgemeldte Begebenheit wenigstens allzu groß gemacht worden sey. Wofern jemand wahrgenommen, daß er die Gegenstände über dem Wasser nicht so gut getroffen habe, als wenn man an-

derwärts

derwärts schiesse, so komt es entweder daher, daß er sich in der Entfernung betrogen, welche uns allezeit geringer vorkomt, wenn wir nichts anders als eine Weite erblicken, die allzu einförmig ist, wo wir keine Gegenstände antreffen, die uns behülflich sind dieselbe zu schätzen. Also dürfte man sich gar nicht wundern, daß man einen Vogel auf 60 Schritt nicht tödten können, wenn man dafür gehalten, man habe nur 50 Schritt weit zu schiessen; die durch die aus dem Wasser aufsteigende Dünste aber vermehrte Dichtheit der Zwischenmaterie wird hingegen wenigen Antheil hieran haben.

Bis hieher haben wir die Zwischenmaterie als ruhig betrachtet, wenn solche aber in Bewegung ist, so wird auch ihr Widerstand durch ihre eigene Bewegung vermehret oder vermindert werden. Der Fisch, so dem Strom eines Flusses entgegen schwimmet, hat zween Widerstände zu überwältigen: der erste ist die Bewegung des Wassers, dessen Richtung der seinigen entgegen ist: der andere ist die Trägheitskraft des Umfanges desselben, der auf ihn trift, und den er verrücken muß, wie er in einem stehenden Wasser thun müßte. Ein Mensch, der gegen den Wind gehet, muß ein gleiches thun, und aus diesem Grunde geschiehet es eben, daß wenn man einen Körper gegen die Richtung einer flüßigen Materie, deren Bewegung sehr schnell ist, zu bewegen sucht, man seinen Umfang so viel als möglich vermindert, um der Gewalt des Stroms desto weniger Raum zu lassen, wo sie anfassen kann. Ein Schiff, das widrigen Wind hat, ziehet seine Segel ein; und der Ruderer lässet diejenigen niedersetzen, welche er von einem Ufer des Flusses zum andern überführet.

Wofern

Wofern der bewegliche Körper und die flüßige Materie, so ihm anstatt der Zwischenmaterie dient, sich beyderseits in gleicher Richtung bewegen; so haben sie entweder gleiche Geschwindigkeiten, oder eins von beyden hat deren mehr als das andere: in dem ersten Fall ist der Widerstand der Zwischenmaterie für nichts anzusehen; so ist die Bewegung eines Fisches beschaffen, welcher dem Strome des Wassers nachschwimmet: im letztern Fall theilet dasjenige von beyden, welches mehr Geschwindigkeit hat, von solcher dem andern etwas mit, mit Abgang seiner eigenen. Eine Stückkugel, welche nach der Richtung des Windes fortgehet, findet nicht so viel Widerstand in der Luft, als sie bey stillem Wetter empfinden würde; da sie aber schneller fortrücket als der Wind, so muß sie sich allezeit in dieser Zwischenmaterie einen Weg bahnen, welche allzulangsam vor ihr herfliehet. Wofern man aus denen Regeln, die wir fest gesetzet haben, erkennet, wie stark der Widerstand einer Zwischenmaterie seyn würde, wenn sie sich in Ruhe befände; so wird man ebenfalls erkennen, wie viel ihr Grad der Geschwindigkeit, so für oder gegen den Widerstand ist, denselben vermehre oder vermindere.

Zweyte Abtheilung.

Von dem Widerstand der Reibungen.

Um sich einen rechten Begriff von den Reibungen zu machen, muß man darauf Acht haben, daß die Oberfläche eines jeglichen Körpers niemals vollkommen glatt sey: wenn man voraussetzen wollte, es befänden

sich

sich alle derbe Theile, woraus sie bestehet, genau auf einerley Fläche (und wenn wird man dieses also antreffen?) so würden die Dunstlöcher, welche sie von einander scheiden, uns noch nöthigen, uns diese Oberfläche als eine Zusammensetzung aus kleinen Hügelgen und kleinen Hohlungen vorzustellen. Gesetzt, es berührten zwo Flächen von dieser Art einander in ihrem ganzen Umfang, so würden die erhabenen Theile der einen sich in die hohlen der andern hinein legen, wie beynahe geschiehet, wenn man einen mit Sammet überzognen Ball auf eine Decke von eben solchem Stoff leget, oder auch wofern dieß ein derber Körper ist, den man in etwas flüßiges tauchet, so drücket sich dieses zu Folge seiner Zartheit und Flüßigkeit seiner Theile genau in alle Hohlungen des andern ein, wie man solches aus der Feuchtigkeit bemerken kann, die man daran wahrnimt, wenn er wieder heraus genommen wird.

Wenn es jetzt darauf ankomt, daß man einen Körper auf der Oberfläche eines andern Körpers will hinlaufen lassen, so kann dieses auf zweyerley verschiedene Arten bewerkstelliget werden, an deren genauen Unterscheidung viel gelegen ist: 1) wenn man nach und nach einerley Theile des einen an verschiedene Theile des andern anlegt, als wenn man ein Buch auf einer Tafel hinschiebet: und dieses wollen wir das **Reiben von der ersten Art** nennen; 2) wenn man nach und nach verschiedene Theile einer Oberfläche verschiedene Theile einer andern Oberfläche berühren lässet, als wenn man eine Kugel auf dem Billard hinrollet: dieses letztere wollen wir das **Reiben von der zweyten Art** nennen.

Im ersten Fall hat die Bewegung, die man denjenigen von beyden Körpern machen lässet, der über

den

den andern hinläuft, eine Richtung, welche gegen diejenige senkrecht stehet, nach welcher die Theile der Oberflächen in einander eingegriffen haben. Denn wie wir voraus gesetzt haben, so ist diejenige Oberfläche, welche man wagrecht fortrutschen lässet, die Oberfläche von einem schweren Körper, den sein Gewicht senkrecht auf die Tafel anstämmet; und diese Art von Reibungen verursachet zum öftern die Abbrechung jener kleinen Hügelgen, welche die Ungleichheit der Oberflächen zu Wege bringen, wie man solches aus demjenigen Staube bemerken kann, den man von zweenen Marmorn oder von zweyen ebenen Stücken Holz hervor bringt, die man etwas stark auf einander reibet.

In dem zweyten Fall lassen eben diese in einander eingreifende Theile beynahe einander fahren wie die Zähne zweyer Uhrräder einander wieder entwischen, deren eins in das andere eingreift: wofern es sich zuträgt, daß sie etwas schwer aus einander gehen, so komt es daher, weil sich einige Ungleichheit zwischen den vorspringenden und den vertieften Theilen, die sie anfassen, befindet; es ist jedoch diese letztere Art von Reibungen nicht so vermögend wie die andere, die Bewegung zu hemmen.

Die Gewohnheit, nach welcher man die Räder der Fuhrwerke an steilen Orten einzurähmen pfleget, reicht uns ein gemeines Beyspiel von den verschiedenen Erfolgen dar, welche diese beyden Arten von Reibungen hervor bringen. Wenn man besorget, es möchte eine Kutsche oder Karren umstürzen, wenn sie allzuschnell herunter liefen, so hindert man die Räder, daß sie sich nicht um ihre Achse drehen können; alsdenn schleift einer und eben derselbe Punct des Umkreises nach und

nach über eine Reihe von Puncten hin, die er auf dem Erdreich ergreift; dieses ist eine der Reibungen der ersten Art, welche der Bewegung des Fuhrwerks nachdrücklich widerstehet. Eine ganz andere Beschaffenheit hat es damit, wenn jedes Rad sich gewöhnlicher Maassen um seine Achse drehet; es rollet über die verschiedenen Theile der Fläche hin, die es durchwandern muß; seine Reibung ist in Ansehung seines Umkreises nur ein Reiben von der zweyten Art; und seine an sich so schon freyere Bewegung würde zu frey werden, wofern solche durch einen zu steilen Abhang noch mehr befördert würde.

So leicht ist der Widerstand, der vom Reiben entstehet, nicht zu berechnen, als der Widerstand der Zwischenmaterien, in so fern sie in Ansehung ihrer Dichtheit, des Umfangs und der Geschwindigkeit des beweglichen Körpers, welcher sie wegtreibt, betrachtet wird. Das allmälige Fortrücken einer Oberfläche auf einer andern wird um so viel mehr aufgehalten, je mehr Ungleichheiten sie beyderseits haben; aber dieses **mehr oder weniger** ist unendlich mannichfaltig, nicht nur wegen der Beschaffenheit der Körper, sondern auch wegen des Grades der Vollkommenheit, welche sie von der Kunst erhalten können. Ein Künstler kann niemals behaupten, daß er zwey Stücker von einerley Holz, Metall, Stein u. d. gl. überein glatt gemacht habe, und wenn er eine gewisse Fürschrift hätte, dadurch er sich dessen versichern könnte, so könnte man doch auf die Beständigkeit dieses Zustandes keine Rechnung machen; aller Stoff nutzet sich ab und verändert sich nach und nach, und diese Zufälle, deren Grösse man gar nicht berechnen kann, vermehren bisweilen die Glätte

der

der Oberflächen und noch öfterer vermindern sie dieselbe.

Die andern Grössen, welche mit zur Berechnung der Reibungen genommen werden, nämlich die Grösse der Oberflächen, der Druck, den sie gegen einander äussern, der Grad ihrer Geschwindigkeiten, sind Dinge, die leichter auszumessen sind; da aber ihr Werth ein gewisses Verhältniß hat mit dem wirklichen Zustande der Oberflächen, so bleibet allezeit viel Ungewißheit bey der Schätzung derer Widerstände, die daher entstehen. Man begnüget sich gemeiniglich mit einem **beynahe**, welches es oft nicht einmal ist, wenn man annimt, daß ein Drittheil der Kraft oder der Bewegung, so einer Maschine ist mitgetheilt worden, zur Ueberwindung der Reibungen angewendet wird: man siehet jedoch wohl, daß dieses von einer Maschine im Grossen zu verstehen sey, und daß sich dabey viel Veränderungen ereignen müssen, nachdem sie mehr oder weniger einfach ist und nach dem Unterschied der Vollkommenheit derer Stücke, woraus sie zusammen gesetzt ist.

Einige Naturkündiger (*) haben behaupten wollen, die Grösse der Oberflächen mache bey dem Reiben gar nichts aus, und man brauche nur auf den Grad des Druckes zu sehen. „Ein Körper, sagen sie, der mehr „breit als dicke ist, darf nicht mehr Widerstand thun, „wenn man ihn über seine grössere Oberfläche fortschleift, „als wenn er mit seiner schmälsten Seite reibet; weil „der von seinem Gewicht herrührende Druck in beyden

(*) Der Herr Amontons in der Geschichte der Akademie der Wissenschaften vom Jahr 1699. S. 104. Ingleichen kann man auch eben daselbst den Versuch des Herrn de la Hire nachsehen.

„Fällen einerley iſt; wofern in dem erſten mehr in ein„ander eingreifende Theile ſich befinden, ſo gehen ſie „doch nicht ſo tief hinein als in dem zweyten.“

Dieſes Urtheil, aus welchem allein noch kein bündiger Schluß zu machen iſt, dem man auch viel andere entgegen ſetzen kann (*), iſt durch einige ſehr ſinnreiche und dem Anſehen nach für die eben jetzt angeführte Meynung ſehr günſtige Verſuche unterſtützet worden; allein bey einer Materie, wie dieſe iſt, wobey ſich von beſondern Umſtänden keine allgemeinen Folgerungen machen laſſen, muß man ſich nach demjenigen richten, was am gewöhnlichſten erfolget. Verſchiedene wiederholte Verſuche haben mir ſowohl als dem Herrn **Muſchenbroek**, welcher deren in dieſer Art gar viel angeſtellet hat, faſt allezeit gezeigt, daß man die Oberflächen auch mit in Berechnung bringen müſſe, jedoch nicht ſo hoch als die Drucke anzuſchlagen habe; was aber beyder Verhältniß gegen die Erfolge betrift, ſo habe ich nichts gefunden, das beſtändig genug wäre, um den Grund von einer richtigen Theorie abzugeben.

Auſſer dem Druck und der Gröſſe der Oberflächen muß man auch noch die Geſchwindigkeit mit zur Schätzung der Reibungen nehmen; denn da dieſe Art des Widerſtandes von denen Theilen herrühret, die in einander eingreifen, die man entzwey brechen muß, und die man nicht anders los machen kann, als wenn man macht, daß der Druck aufhört, der die Oberflächen auf einander liegend erhält; ſo iſt offenbar, daß die Summe der Widerſtände um ſo viel gröſſer ſeyn müſſe, je weiter der Weg iſt, den der reibende Körper in einer beſtim-

(*) Siehe die Geſchichte der Akademie der Wiſſenſchaften vom Jahr 1703. S. 108. ff.

bestimten Zeit zurück zu legen hat, weil sodann die in einander greifende Theile sich nothwendig in grösserer Anzahl zerbrechen oder viel öfterer sich los machen müssen.

Dieß ist jedoch etwas sehr merkwürdiges, daß diese Vermehrung des Widerstandes, welche von der Geschwindigkeit herrühret, womit man die Oberflächen an einander reiben lässet, ihre Gränzen habe, über welche man die Bewegungen beschleunigen kann, ohne daß die Reibungen davon beträchtlicher werden; also kann man gewisser Massen sagen, daß man bey Vermehrung der Ursache gleichwohl ihren Erfolg nicht weiter vermehre: ein widersinnischer Satz, der erkläret zu werden verdienet!

Gesetzt D E und F G *Fig.* 2. Taf. *XII.* stelleten zwo Oberflächen von harten Körpern vor, deren unmerkliche Ungleichheiten in einander eingriffen; der Druck, welcher sie zusammen verbindet, äussere sich nach der Richtung A B senkrecht gegen die Richtung der Bewegung, welche diese beyden Körper auf einander fortschiebet. Man siehet also wohl, daß der obere sich nicht nach der Richtung B C bewegen könne, es sey dann, daß sich seine erhabensten Theile e, f, g, h, aus den Hohlungen los machen, in welche sie versenket sind, welches nicht anders geschehen kann, als in so weit der ganze Körper D E gegen die Gewalt des Druckes in die Höhe gehoben wird. Wofern dieser Druck stark genug ist, daß er diejenigen Theile, welche los gemacht worden sind, wieder in diejenigen Hohlungen zurück treiben kann, welche unmittelbar auf diejenigen folgen, welche sie haben fahren lassen, das ist, wenn der Theil e der aus 1. heraus rücket, hinwiederum in 2. in 3.

und s. w. fället, so ist offenbar, daß die Gewalt, so man anwenden müßte den Körper D E in die Höhe zu heben, oder (welches einerley ist) die Theile nicht mehr eingreifen zu lassen, so oft wiederholt werden müsse, als es solche kleine Erhöhungen auf der Oberfläche F G giebt; und je einen weitern Weg der reibende Körper in einer gegebnen Zeit zurück legen wird auf demjenigen, auf welchen er gelegt worden, desto öfterer müssen dergleichen Aufhebungen und Rückfälle statt finden; also wird der Widerstand der Reibungen durch die Geschwindigkeit vermehret, so lange als diese Geschwindigkeit nicht hindert, daß die hohen Theile einer Oberfläche sich nach und nach in alle niedrige Theile der andern Oberfläche einlegen auf die Weise, wie wir es eben jetzt erkläret haben.

Es kann sich aber zutragen, daß die Bewegung, welche nach der Richtung B C geschiehet, so schnell sey, daß, wenn die vorspringenden Theile e, f, g, h, los gemacht worden, dieselben von einer beträchtlichen Menge weiter fortgezogen werden, ehe sie der Druck von neuem wieder eingreifen lässet; daß z. B. der Theil e, nachdem er die Hohlung 1. der Oberfläche F G fahren lassen, anstatt wieder in 2. zu fallen, bis in 3. fortgeführet werde oder bis in 4, und alsdenn begreift man leicht, daß der reibende Körper D E zwey oder dreymal so viel Oberfläche auf F G durchwandern könne, ohne daß jedoch seine Theile öfterer eingegriffen hätten.

Die Versuche, welche ich nun anführen werde, werden dasjenige zeigen, was mir bey den Reibungen unveränderlich zu seyn gedünket, 1) daß das Reiben der ersten Art weit mehr Widerstand thue als das von der zweyten; 2) daß das Reiben durch die Vermehrung

der

der Oberflächen zunehme, wenn sonst alles gleich ist; 3) daß der Druck verursache, daß auch der Widerstand des Reibens zunehme, es mag solches seyn von welcher Art es wolle; 4) daß bey gleichen Verhältnissen der Widerstand der Reibungen noch weit mehr durch die Druckungen als durch die Oberflächen vermehret werde.

Erster Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 87. Die *3. Fig.* Taf. *XII.* stellet ein Werkzeug vor, das 1) aus vier Rollen 1. 2. 3. 4. bestehet, die mit ganz zarten Zapfen an zwoen doppelten Stützen P P aufgehänget sind; 2) aus einem andern grössern Rade als die vorigen sind, dessen Achse O O in seiner ganzen Länge ohngefähr drittehalb Linie im Durchmesser hält, und auf zwo stählnerne Zapfen ausgehet, welche in zwoen Schrauben Q Q herum laufen, die nach ihrer Länge durchbohret sind oder auch auf den beyden Einschnitten der beyden Paar Räder; eine Spiralfeder, so mit dem einen Ende an eine der doppelten Stützen, und mit dem andern an die Achse dieser letzten Rolle befestiget ist, macht, daß sich dieselbe wechselsweis nach zwoen Seiten herum drehet, und man rechnet die Dauer der Bewegung der Rolle nach der Zahl der Schwankungen der Feder; 3) aus einem Stück R, welches in der *4. Fig.* besonders vorgestellet wird, das auf der Achse der Rolle ruhet, bald mit einer Oberfläche 5, bald mit zwoen andern t t, die der in 5 gleich sind,

an deren Ende man ein oder mehrere kleine Gewichte anhänget, um den Druck auf der Achse zu vermehren. Wenn man die Feder spannet, so rücket man den Hebel V hervor, um eines von den Kreuzen der grossen Rolle zu unterstützen, damit man in Ansehung des Grades der Spannung gewiß sey und dieselbe recht genau losspannen könne.

Anfänglich steckt man die Zapfen der Rolle in die Löcher der Schrauben Q Q, und alsdenn leget man sie in die Einschnitte der Rollen, ohne die Achse mit dem Stück R zu beschweren, und bey einem jeden Versuch siehet man genau darauf, daß die Feder überein gespannet sey.

Erfolg.

Wenn die Feder los gespannt worden und man in dem ersten Fall 29 oder 30 Schwankungen gezählet hat, ehe die Bewegung ganz aufhört; so zählet man in dem zweyten derer 400, davon jede beynahe eine Secunde dauret.

Erklärung.

S. VIII. Th. S. 94. Wenn der vorhergehende Versuch nach den beyden Erfahrungen, die er bestätiget, betrachtet wird, so beweiset er augenscheinlich, daß die Reibungen von allerley Art die Bewegung durch einen Widerstand aufheben, welcher nur durch das wenigere oder mehrere unterschieden ist. Es zeiget derselbe jedoch auch zugleich, daß die erstere der zweyerley Arten von Reibungen, die wir von einander unterschieden haben, merklichere Erfolge zeige als die zweyte:

wenn die Zapfen sich in den durchbohrten Schrauben herumdrehen, so ist solches ein Reiben von der ersten Art; ihre ganze walzenförmige Oberfläche lauft nach und nach auf dem Untertheil eines jeden Loches herum: wenn hingegen eben diese Zapfen durch ihre Bewegung veranlassen, daß sich auch die Rollen, auf welchen sie liegen, zugleich mit herum drehen, so ist es nur ein Reiben von der zweyten Art; denn in solchem Fall wälzet sich der Umkreis der erstern nur auf der andern ihrem herum; derjenige Theil, welcher berühret hat, berühret den Augenblick drauf nicht mehr, und derjenige welcher vor ihm vorhergehet, dienet ihm zu einem Unterstützungspunct um sich nach einer vortheilhaften Richtung loszumachen, eben wie der Zahn eines Rades, welcher anfängt in das Getrieb einzugreifen, demjenigen wieder heraus hilft, der vor ihm eingegriffen hatte.

Anwendung.

Nichts ist so gemein als die Erfolge des Reibens; man trift sie allenthalben an: und man kann überhaupt sagen, daß solches die vornehmste Ursach der Veränderungen und des Abnutzens sey, die wir bey allen Werken der Kunst und besonders bey denen wahrnehmen, welche wir öfters zu gebrauchen pflegen. Die Kleider, Hausgeräthe, Juwelen, Werkzeuge u. d. gl. dauren nur eine gewisse Zeit, dieweil die Reibungen, denen sie beständig ausgesetzt sind, die Oberflächen und die Gestalten unvermerkt verändern, und machen, daß sie diejenigen Eigenschaften verlieren, welche davon abhängig sind. Die härtesten und derbesten Materien halten gegen einen langwierigen Gebrauch nicht aus,

ohne einige Merkmaale einer Verminderung blicken zu lassen; ein Scheermesser, ein Messer, ein Beil verlieren gar bald die Schärfe an ihrem schneidenden Theil; ein Pflugschaar muß von Zeit zu Zeit ausgebessert werden; und das Pferd, dessen Fuß auf dem Pflaster abglitschet, lässet darauf ein Merkmaal zurück, wo man ohne besondere Aufmerksamkeit die Theile seines Hufeisens leicht erkennen kann, welche die Reibung daselbst hinterlassen hat. Da aber in der Welt nichts vernichtet wird, so vermischen sich alle diese von ihren Massen losgerissene Theilgen mit verschiedenen Materien, in welchen man sie wieder antrift, wenn man am wenigsten daran gedenket. Einige schlechte Naturkundiger haben sich verwundert, daß man Eisen in dem Thon und in der Asche der Pflanzen gefunden, weil sie weder die erstaunliche Theilbarkeit der Metalle überhaupt noch die beständige Zerstreuung insonderheit genug in Betrachtung gezogen, welche mit den Theilen des Eisens vorgehet, so wohl an den Werkzeugen, welche man zum Feldbau gebrauchet, als auch vermittelst eines anderweiten unendlich vielfältigen Gebrauches, welcher zur Zerstreuung desselben überall Veranlassung giebt. Andere, welche auf diese grosse und beständige Abnutzung der eisernen Werkzeuge aufmerksamer gewesen sind, haben dieses Metall in dem Koth der grossen Städte entdecket, und solchem die schwarze Farbe desselben zugeschrieben, davon es auch höchst wahrscheinlicher Weise die Ursach ist. Wofern das Gold auch so gemein wäre als das Eisen, und man davon ebenfalls einen so öftern und so weit sich erstreckenden Gebrauch machte, so würde man es ausser Zweifel gleichfalls in allen Materien antreffen, allwo man es sorgfältig zu

suchen

suchen sich die Mühe geben würde: würde aber wohl derjenige, welcher etwas davon, es sey auch so viel als es wolle, gefunden hätte, mit Recht behaupten können, er habe Gold gemacht? Nach meinem Bedünken, eben so wenig, als derjenige, welcher heut zu Tage Eisen in der Asche antrift, sich rühmen darf Eisen gemacht zu haben. Wofern unter allen dergleichen berüchtigten Besitzern des Steins der Weisen, welche die Welt mit ihren Versprechungen bereichert haben, ein Goldmacher angetroffen worden, welcher es ohne Betrug gemacht hätte, so würde es daher gekommen seyn, daß unter den vielen durch die Schmelztiegel gegangenen Materien sich ohngefähr etwas Gold gefunden haben mag, davon der Arbeit des Künstlers nichts anders beyzulegen ist, als daß er einige fremde Körper abgesondert hat, in welchen solches verborgen gelegen. Auf solche Weise Gold zu machen, kömt mir nicht unmöglich vor: ich zweifele aber gar sehr, daß man dessen so viel erhalten werde um die Kohlen damit zu bezahlen.

Wofern die Reibungen bey vielen Gelegenheiten schädlich sind, so giebt es hingegen auch viel andere, wo wir Nutzen davon ziehen; die Künste haben solches zu ihrem Vortheil anzuwenden gewußt, so gar bis auf solche Dinge, die ihrem Fortgange zuwider zu seyn scheinen. Eine Feile ist nichts anders als eine mit Stacheln und Schneiden vorsätzlich rauch gemachte Oberfläche; das Reiben derselben an die härtesten Materien ist ein sehr bequemes Mittel, solche durch eine behutsam eingerichtete Verminderung ihres Umfanges nach Belieben zu bilden; daher ist auch dieses Handwerkszeug bey sehr vielen Handwerken üblich. Ein verständiger

Künst-

Künstler, der sich dessen bedienet, erhält aus eben dem Mittel verschiedene Vortheile nach den mancherley Einschränkungen, die er dabey anbringt. Bald gebraucht er zu Ersparung der Zeit eine Feile, deren Rauhigkeit seiner Seits viel Kraft erfodert; bald wählet er eine, die einen feinern Hieb hat, um dasjenige eben zu machen, was die erstere nur aus dem gröbsten ausgearbeitet hat; und endlich wofern die zärteste unter seinen Feilen noch nicht zart genug ist, so reibet er sie mit Oel, welches die Theile des Metalles zurück behält, wie sie nach und nach losgemacht werden; vermittelst dessen werden die kleinen Höhlungen des Handwerkzeuges ausgefüllet, dergestalt, daß dadurch ihre Stacheln kürzer werden, und ihre Oberfläche nicht mehr so rauch bleibet.

Eben das, was wir von den Feilen behaupten, gilt auch von den Schleif- und andern Wetzsteinen, welche sich von jenen, was den Erfolg des Reibens anbetrift, blos durch eine mehrere Härte unterscheiden.

Die Zirkel und überhaupt alle mit Gewinden versehene Werkzeuge, welche nach verschiedenen Graden geöfnet oder zugemacht werden müssen, haben gemeiniglich ein ziemlich gleiches Reiben zu ihrer Eigenschaft; und man ersparet viel Zeit bey dem Gebrauch derselben, wenn man nicht genöthiget ist, sie durch andere Mittel fest zu machen, als wenn man z. B. mit Schrauben oder auf andere Weise sie befestiget.

Man verringert den Widerstand der Reibungen, wenn man die Oberflächen mit etwas Flüßigem oder Fettem überstreichet. Man reibet die Ränder einer Büchse mit Seife, deren Deckel zu gedränge gehet; man gießet Oel in die Gewinde, um ihre Bewegung zu erleich-

erleichtern; man schmieret die Naben der Räder inwendig mit Wagenschmiere; dieses sind lauter solche Mittel, wodurch man die gröbsten Ungleichheiten der Oberflächen ausfüllet, und die folglich dieselben glätter und geschickter machen, daß sie leichtlich über einander rutschen können. Ueber dieses verändern die Theile dieser flüßigen Materien oder dieser dazwischen gebrachten fetten Körper die Art des Reibens: es sind solches eben so viel Kügelgen, welche zwischen den Oberflächen herum rollen, die ihnen zum gemeinschaftlichen Behälter dienen, und das im Kleinen thun, was wir auf eine deutliche Weise wahrnehmen, wenn man Walzen unter einen Stein oder Balken legt, um solche desto leichter fortzuschieben.

Zweyter Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 96. Man lässet die Zapfen der grossen Rolle auf den Einschnitten der vier kleinen liegen, und spannet die Feder bis auf eben den Grad, wie in dem vorhergehenden Versuch. Anfänglich lässet man das Stück *R* auf der Achse der grossen Rolle mit einer einzigen Oberfläche *s* und nur allein mit seinem eignen Gewichte aufliegen, und nachher wendet man es um, damit es mit den beyden Oberflächen *t t* aufliege ohne das Gewicht zu vermehren, und zählet in beyderseitigem Fall die Schwankungen.

Erfolg.

Erfolg.

Wenn das Reiben nur an einer Oberfläche geschiehet, wie im ersten Fall, so zählet man 40 Schwankungen; wenn die reibende Oberfläche aber doppelt ist, wie bey dem zweyten, so zählet man deren nur 29 und eine halbe, wenn übrigens alles überein ist, wie man solches voraus gesetzet hat.

Erklärung.

Da die Ungleichheit der Oberflächen die vornehmste Ursach der Reibungen ist, so ist ganz wahrscheinlich, daß man durch Vermehrung des reibenden Umfangs auch die Anzahl dieser Ungleichheiten vermehren müsse: wofern sich auch ein Fall ereignete, wo dieses nicht so merklich sich äußerte, so würde solches ohne Zweifel eine Ausnahme seyn, die man der besondern Einrichtung der Oberflächen zuzuschreiben hat, oder auch wohl, wenn man eine so starke Größe der Bewegung anwenden wird, daß der Widerstand der Reibungen nicht beträchtlich genug wäre um ihn auszumessen, und folglich eine Vergleichung damit anzustellen. Da aber bey den großen Maschinen, wo die Reibungen mehr zu bedeuten haben als anderwärts, und die Stücke ziemlich rauhe Oberflächen haben, so halten wir dafür, daß man die Größe ihres Umfanges nicht aus der Acht lassen dürfe. Man siehet inzwischen aus dem vorhergehenden Versuch, daß der Widerstand der Reibungen, ob er gleich zum Theil von der Größe der Oberflächen abhänget, dennoch sich nicht in allen ihren Verhältnissen nach derselben richte. Da in dem einen von beyden angeführten Fällen die Oberfläche doppelt ist, so sind doch

doch die Reibungen nicht doppelt: und es würde gewiß, um hier nichts weiter davon zu berühren, sehr schwer seyn, das Verhältniß dieser Widerstände mit einer Größe einer gegebnen Oberfläche zu bestimmen.

Anwendung.

S. VIII. Th. S. 97. Die in Absicht auf die Oberflächen betrachtete Reibungen halten die Geschwindigkeit aller Körper ohne Unterschied auf; wir haben solches nur erst in Ansehung der derben Körper bewiesen, und man kann täglich bemerken, daß sich eben dieses auch bey den flüßigen von allen Gattungen ereigne. Die Springwasser erheben sich nie bis zu derjenigen Höhe, dahin sie eigentlich in Betrachtung der Größe der Bewegung steigen sollten; und die Ströme fließen zu der Zeit, wenn das Wasser niedrig ist, viel langsamer.

Das Wasser, welches durch eine Röhre herbey geleitet wird und in die Luft springet, hat allenthalben einiges Reiben zu erdulden; die innere und unbewegliche Oberfläche der Röhre hält dasselbe eines Theils auf, und wenn es in die Luft komt, so muß es ferner so angesehen werden, als ob es sich in einer andern Röhre befinde, deren Oberfläche von der andern nur durch die geringere Dichtheit und Beweglichkeit ihrer Theile unterschieden ist.

Obschon die Oberfläche einer weiten Röhre größer ist als einer engern, so ist sie doch in Absicht auf ihre Weite kleiner; denn es ist eine ausgemachte Sache, daß diejenige, welche zween Zoll im Durchmesser hat (wir reden von runden und walzenförmigen Röhren) viermal mehr Wasser enthalte, als diejenige, deren Durch-

Durchmesser nur einen Zoll hält; und daß der Umkreis der ersten nur zweymal so groß sey als der letzten ihrer. Man siehet hieraus, daß in dergleichen Röhren das Reiben, welches von den Oberflächen herrühret, nach dem Grad vermindert werde, wie man die Weite vermehret; dieweil, wofern der Umfang des Wassers, das in der dicksten vierfach ist, in vieren der kleinen ähnlichen enthalten wäre, es solchen Oberflächen gleichkommen würde, deren Summe doppelt so groß seyn würde, als diejenige, welche dasselbe wirklich enthält. Die Erfahrung stimmet gänzlich mit diesem Lehrsatz überein; denn je mehr man die Weite der Röhren an den Spritzen, bey den Wasserleitungen, bey den Springbrunnen u.s.w. vermindert, desto mehr wird die Geschwindigkeit des Wassers gehemmet.

Aus eben der Ursach sind die Flüsse schneller zur Zeit des großen Wassers; die Reibungen, welche sie zu überwinden haben von Seiten ihrer Betten, sind alsdann unter eine größere Masse vertheilet, und widersetzen sich der Bewegung der flüßigen Materie nicht so sehr.

Dritter Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 98. Wenn das Werkzeug eben so wie beym vorigen Versuch eingerichtet ist, so muß man das Stück *R* mit der Oberfläche *s* auf der Achse der großen Rolle ruhen lassen und in *X* das kleine Gewichte *Y* anhängen, welches den Druck verdoppelt.

Erfolg.

Erfolg.

In diesem letztern Fall zählet man nur 21. Schwankungen, obschon die Feder eben so stark wie bey den vorhergehenden Versuchen gespannet worden.

Erklärung.

Indem das Gewichte, das man hinzu thut, den Druck vermehret, so vermehret er auch das Reiben, weil die Theile der Oberflächen, die sich einander anfassen, sich viel weiter hinein legen, und der Bewegung, welche sie zu trennen sich bemühet, noch mehr widerstehen. Man siehet aus diesem letztern Versuch, daß ein doppelter Druck mehr ausrichte als eine um die Hälfte vermehrte Oberfläche; denn wir haben im vorhergehenden gesehen, daß, wenn man zwo Oberflächen anstatt einer reiben läßet, die Anzahl der Schwankungen nur um ein Viertheil vermindert worden sey, und wir sehen anjetzo, daß, wenn man den Druck verdoppelt, sodann nur 21 Schwankungen anstatt 40 erfolgen, welches eine sich fast bis auf die Hälfte erstreckende Verminderung ist.

Anwendung.

Bey großer Hitze werden gemeiniglich die Bewegungen des Uhrwerks langsamer; dieser Zufall, welcher die Wand- und Sackuhren in Unordnung bringt, rühret gemeiniglich von mehrern Ursachen her, welche auf einerley Erfolg abzielen. Eine darunter, auf welche man wenig Achtung giebt, die jedoch eben so wohl wie die andern mit berechnet zu werden verdienet, ist das Reiben, welches durch den Druck desto

mehr zunimt, je heißer die Stücke werden. Denn man weiß es schon, und wir werden es noch zu seiner Zeit beweisen, daß die Metalle eben so wie die andern Materien durch die Hitze im Umfang zunehmen, wie sie vermöge der Kälte an der Größe abnehmen; indem nun eben die Ursache die Platten ausdehnet, so machet sie die Löcher enger und die Zapfen dicker, dergestalt, daß vermöge dieses doppelten Erfolges das Reiben durch den Druck vermehret, und die Bewegung derselben um so viel gedränger wird.

Ein Drechsler, welcher ein Stück Metall zwischen zwo befestigten Pinnen abdrehet, geräth bisweilen in Verwunderung, wenn er bemerket, daß sein Stück der Bewegung des Bogens widerstehet, nachdem es einige Minuten lang sich ganz frey herum gedrehet; es rühret solches daher, weil das Reiben durch den Druck desto mehr zunimt, je länger das Metall wird durch die Erhitzung: es ist daher das geschwindeste und üblichste Mittel dieses, daß man es mit ein wenig Wasser anfeuchte um es abzukühlen.

Der Dienst, den Brecheisen, Zangen und alles dasjenige, was diesen Werkzeugen ähnlichet, leisten, komt gleichfalls von nichts anders her, als von einer durch einen starken Druck vermehrten Reibung.

Wir bringen hier füglich eine Anmerkung bey, die darinnen bestehet, daß die Maschinen, welche ihre Wirkung im Kleinen thun, solche nicht allezeit beweisen, wenn man sie im Großen veranstalten will, ob man gleich dabey einerley Ebenmaaß beobachtet: dieses komt gemeiniglich daher, weil die Reibungen bey ihrem Zunehmen sich nicht blos nach dem Verhältniß der Oberflächen richten, sondern vielmehr nach den

Verhält-

Verhältnissen der Drucke, welche zum öftern vermehret werden, wie das Gewicht oder die Dichtheit der Stücke, das ist z. B. wofern man bey dem Modell alle Maaße von Schuhen auf Zolle gesetzet hat, so wird bey der Ausführung im Großen der Sparren, welcher 12 Schuh lang und 6 Zoll ins Gevierte wär, 1728 mahl mehr wiegen, als derjenige, welcher ihn im Kleinen vorstellet, wenn er aus einerley Materie bestehet. Diese Betrachtung, welche man nicht übergehen kann, wenn man gewisse Grundsätze hat, verursachet, daß man bisweilen von einer Maschine ein nachtheiliges Urtheil fället, deren glücklicher Erfolg durch die Erfahrung selbst bestätiget zu seyn scheinet.

Aus allem dem, was wir von dem Widerstand der Zwischenmaterien und der Reibungen vorgetragen haben, muß man schließen, daß es in dem natürlichen Zustande keine unveränderliche mechanische Bewegung geben könne, 1) weil sich ein Körper nicht anders als in einem Raume bewegen kann, und kein Ort zu finden ist, der von aller Materie vollkommen entlediget wäre; 2) weil ein Körper, von was für Beschaffenheit er auch seyn mag, seine Bewegung nicht anders als auf einer Oberfläche äußern kann, oder man muß ihn an einem festen Punct aufhängen, um welchen herum er sich bewegen könne: in beyderley Fällen findet ein Reiben statt, entweder im Aufhängungspuncte, oder in der Zwischenmaterie selber, in welcher sie sich ereignet. Die Größe der Bewegung, die man ihm beygebracht haben mag, muß daher nothwendig durch diese doppelte Hinderniß vermindert werden: wenn er sich demnach beständig bewegen sollte, so müßte er jeden Augenblick neue Kräfte bekommen, um die zu ersetzen,

welche er verlieret; welches aber dem ersten Gesetz der Bewegung entgegen lauft, als welches erfodert, daß ein beweglicher Körper den Zustand beständig beybehalte, darein man solchen versetzt hat, wofern dieser Zustand nicht durch eine neue Ursache verändert worden. Hieraus scheinet nun offenbar erwiesen zu seyn, daß es in dem natürlichen Zustande keine beständige Bewegung geben könne, und daß diejenigen, welche solche hartnäckiger Weise ausfündig zu machen suchen, und in dieser Absicht immer mehr Kosten aufwenden, sich um die Zeit, um ihre Arbeit und um ihr Geld bringen.

Wofern jemand die Bewegung einer Wanduhr für immerwährend hielt, welche ihre gleichen Schwankungen, vermittelst einer Feder oder eines Gewichts fortsetzet, das man nach Verlauf einer gewissen Zeit wieder aufziehet, oder vermittelst einer jeden andern dergleichen Sache, der verstehet den eigentlichen Inhalt dieser Frage nicht; denn es ist hier die Rede von einer Bewegung, die einmal beygebracht worden, zu welcher man nachher nichts mehr hinzu thut, und welche vor sich selbst vermögend ist, sich fortzusetzen. Die Feder oder das Gewicht ersetzet durch ihre beständige Anstrångung ohn Aufhören den Grad der Geschwindigkeit, welcher in dem vorhergehenden Augenblick verloren gegangen, und diese Ersetzung ist ein Zusatz zur ursprünglichen Bewegung.

Diejenigen, welche sich durch das Anschauen einer Maschine oder durch einen vorgeblichen geometrischen Beweis, worauf man sich bisweilen steifet, um die Entdeckung einer beständigen Bewegung fest zu setzen, hintergehen lassen, werden durch falsche Versicherungen oder durch einen Trugschluß geäffet, welche gegen

Leute

leute von Einsicht nichts ausrichten. Die beständige Bewegung ist in der Hebekunst der Stein der Weisen; diejenigen, so hierbey anstossen, sind gemeiniglich in dieser Wissenschaft nicht weit gekommen, wie ebenfalls eine hartnäckige Untersuchung von der Quadratur des Cirkels oder von dem Stein der Weisen heut zu Tage weder einen tiefdenkenden Mathematiker, noch einen geschickten Scheidekünstler anzeigen.

Die vierte Vorlesung.

Fortsetzung der Gesetze der einfachen Bewegung.

Von den Ursachen, so die Richtung der Bewegung verändern.

Nachdem wir in dem letztern Abschnitt der vorhergehenden Vorlesung dasjenige vorgetragen haben, was die Geschwindigkeit des beweglichen Körpers unabänderlich vermindert, so ist nun noch übrig, daß wir auch die Ursachen bekannt machen, welche ihre Richtung verändern, wenn er diejenige nicht beybehält, die er anfänglich gehabt hat. Um aber solches auf eine desto deutlichere Weise zu vollbringen, so wollen wir den Anfang damit machen, daß wir das zweyte

te und das dritte Gesetz der einfachen Bewegung fes- setzen, worauf sich die meisten Dinge gründen, die wir in Ansehung dieser Materie beyzubringen haben.

Zweytes Gesetz der einfachen Bewegung.

Die Veränderung, die der Bewegung eines Körpers in mehrern oder geringern Grad widerfähret, stehet allezeit mit der Ursache, welche sie hervorbringt, in einem gewissen Verhältniß.

Bey einem beweglichen Körper, dessen Masse man als beständig annimt, ist nichts weiter veränderlich als seine Geschwindigkeit und seine Richtung: um nun die eine oder die andere zu verändern, wird eine wirkliche Kraft erfodert, welche sich nicht in dem beweglichen Körper befindet vor der Veränderung, und die er auch sich selbst zu geben nicht vermögend ist. Diese Kraft kann, wenn sie wirksam ist, sonst nichts hervorbringen, als dessen sie fähig ist, also kann man ihre Größe aus der Größe ihrer Wirkung beurtheilen. Da nun ein Pfund Bley in einer Wagschale weder mehr noch weniger hält als das Gewichte von einem Pfund, so darf man nicht erwarten, daß seine Wirksamkeit gegen die andere Wagschale einen Ausschlag haben, oder weniger wiegen werde als ein dergleichen Pfund, wofern sonst die Wage richtig ist; und wofern hinwiederum diese letzte Schale im Gleichgewicht gehalten wird, so mag man ganz sicher schließen, daß das auf jener Seite befindliche Gewicht, welches die Ursach davon ist, gerade so viel als ein Pfund betrage.

Drittes

Drittes Gesetz
der einfachen Bewegung.

Die Gegenwirkung ist der Zusammendruckung gleich.

Wenn ein Körper, der in Bewegung stehet oder sich zu bewegen sucht, gegen einen andern Körper wirket, so druckt er ihn zusammen, und dieser letztere beweiset hinderum gegen ihn eine gleiche Zusammendruckung. Wenn ich mit der Fingerkoppe auf eine leere Wagschale drucke, um ein Pfund Bley, das in der andern Schale liegt, in die Höhe zu heben, so ist es eben so viel, als ob ich das Pfund Bley auf die Spitze meines Fingers nähme, um es zu halten. Es mag ein Mensch am Ufer eines Flusses seinen Nachen mit einem Seil an dasselbe ziehen, oder sich in dem Nachen befinden, um an eben diesem Seil zu ziehen, das am Ufer an einem Pfahl angeknüpfet ist, so wird einerley Erfolg daraus entstehen; denn der Widerstand oder die Gegenwirkung des festen Punctes ist der Wirkung desjenigen gleich, der gegen ihn wirket.

Wir wollen nun untersuchen, wie ein beweglicher Körper die Richtung verändere, und was er bey solcher Veränderung für eine Ordnung beobachte.

Wenn ein in Bewegung stehender Körper die Richtung verändert, so geschiehet es deswegen, weil er durch eine Hinderniß dazu gezwungen worden; denn nach dem ersten Gesetz sucht er vor sich selbst in seinem Zustand zu beharren: es kann aber diese Hinderniß eine flüßige Materie seyn, worinnen er sich einen Weg bahnet; oder auch ein derber Körper, der ihm seine ganze

Masse entgegen setzet, weil er mit seinen Theilen in Verbindung stehet. Ein ins Wasser geworfner Stein stellet uns den ersten Fall vor: ein gegen die Mauer geschlagner Ball giebt ein Beyspiel von dem zweyten Fall ab.

Erster Abschnitt.

Von der Veränderung der Richtung, welche durch das Anstossen einer flüßigen Materie verursachet wird.

Wofern der bewegliche Körper, den man gegen einen gewissen Punct gerichtet hat, einer wirklich flüßigen Materie, oder die doch in Ansehung seiner also anzusehen ist, aufstösset, so thut er nichts anders, als daß er aus einer Zwischenmaterie in eine andere übergehet; dergleichen Zwischenmaterien sind gemeiniglich in Absicht auf denselben nicht überein durchdringlich, entweder wegen des Unterschiedes ihrer Dichtheiten oder wegen einer andern Ursache, die wir hier zu untersuchen keine bequeme Gelegenheit haben. Der mehrere oder wenigere Widerstand, den er beym Eindringen in die neue Zwischenmaterie erduldet, nöthiget ihn ohnfehlbar, daß er seine erste Richtung muß fahren lassen, so oft er schräg in dieselbe hinein dringet; und diese Veränderung wird die **Brechung** genennet, um dadurch anzuzeigen, daß die Richtung des beweglichen Körpers an demjenigen Orte gleichsam gebrochen werde, allwo die beyden Zwischenmaterien auf einander treffen. Wir wollen dieses durch eine Figur und durch einige Beyspiele erläutern.

Wir

Wir wollen uns einen grossen mit Wasser angefüllten Behälter vorstellen, dessen Durchschnitt durch AB CD *Fig. 1.* Taf. *XIII.* vorgestellet werden mag, und einen Stein oder einen andern harten Körper E, der sich in der Luft befindet, den man gegen die Oberfläche des Wassers mit einer solchen Geschwindigkeit richtet, die hinlänglich ist, ihm einen Eingang in dasselbe zu verschaffen und zugleich beförderlich zu seyn, daß er seine Bewegung darinnen fortsetzen könne.

Zu dem Ende kann man diesen Stein nur auf zweyerley Weise richten, nämlich nach der senkrechten Linie PF oder auch nach einer schrägen Linie, so zwischen P F und C F genommen wird. Denn es ist offenbar, daß wofern er sich nach C F oder nach ihrer gleichlaufenden Linie richtete, so würde er nie ins Wasser eindringen, oder welches eben so viel ist, er würde die Zwischenmaterie nicht verändern. Wofern der Körper E durch die Linie P F zu der Oberfläche des Wassers komt, so fähret er fort sich durch F p zu bewegen, und seine Richtung leidet keine Veränderung.

Wofern er aber sich nach einer schrägen Linie wie e F richtet, so wird das Wasser, so bald als er in F komt, für ihn eine **brechende** Zwischenmaterie seyn: anstatt seine Bewegung durch F G fortzusetzen, wird er eine neue Richtung annehmen, die sich zwischen F G und F A befindet z. B. eine solche wie F H. Das ist, der Stein oder überhaupt der bewegliche Körper wird eine Brechung erdulden, und diese Brechung wird ihn weiter von der eingebildeten senkrechten Linie F p entfernen, als sonst wohl würde geschehen seyn, wofern er fortgefahren hätte sich nach seiner ersten Richtung zu bewegen.

Wofern hingegen der bewegliche Körper von einer stärker widerstehenden Zwischenmaterie in eine andere, die weniger Widerstand thät, z. B. aus dem Wasser in die Luft, überging, so würde die Brechung nach der Gegenseite geschehen, dergestalt, daß, wenn er die Linie H F beschrieben hätte, er nicht durch F K noch durch einige andere Linie zwischen K und C fortgehen würde, sondern die Brechung, die er in F erdulden müßte, würde ihn nach einer neuen Richtung zwischen K und P treiben, welches ihn dann näher zu der senkrechten Linie P F bringen würde.

Um alle Zweydeutigkeit in Ansehung dieser senkrechten Linie zu verhüten, die man als eine Vergleichungslinie annimt, wenn man andeuten will, nach welcher Seite zu die Brechung geschehe, so merket man füglich an, daß solche mit dem Gesichtskreis nichts gemein habe, als nur in so weit die Oberfläche der brechenden Zwischenmaterie wagrecht ist, wie es sich ereignet, wenn sie eine in Ruhe sich befindliche flüßige Materie ist; denn es verstehet sich allezeit von derjenigen Linie, die auf diese Oberfläche senkrecht gerichtet ist, die Zwischenmaterie, welche die Brechung verursachet, mag sich in einer Stellung befinden, in welcher sie wolle. Wofern man anstatt eines stillstehenden Wassers, wie wir es voraus gesetzt haben, z. B. das Wasser eines Wasserfalles oder eines Flusses erwählte, welches ziemlich abhängig lief, um darein einen Stein zu werfen, so würde die senkrechte Linie, nach welcher man die Richtung dieses Körpers lenkte, so wohl vor als nach seinem Eingang in das Wasser eine gegen den Gesichtskreis sich neigende Linie seyn; es würde dieselbe

sogar wagrecht seyn, wenn die brechende Oberfläche aufrecht stünde.

Die Brechung rühret demnach von zweenen Umständen her, ohne einen von beyden findet sie nicht mehr statt: der erste ist die Schräge des Einfallens von Seiten des beweglichen Körpers; der zweyte komt darauf an, daß sich bey einer Zwischenmaterie mehr Widerstand befindet als bey der andern: wir wollen solches anfänglich durch Erfahrungen beweisen, und uns nachher bemühen die Ursach davon anzugeben.

Erster Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 100. Es befindet sich oben auf der Maschine, welche durch die 2. *Fig.* Taf. *XIII.* vorgestellet wird, drittehalb Schuh hoch über dem Fuß derselben eine kleine küpferne Röhre l, wodurch man eine Bleykugel, so ohngefähr 2 Loth schwer ist, in ein krystallen Gefäß L herab fallen lässet, welches 12 oder 14 Zoll hoch ist, und auf dessen Boden man eine Lage von Thon oder weichen Wachs eines Zolles dick ausgebreitet hat.

Wenn die Kugel, nachdem sie das erste mal herab gefallen, ihre Stelle bezeichnet hat, so lässet man selbige zum zweyten mal eben also herab fallen, nachdem man das Gefäß L mit Wasser angefüllet hat.

Erfolg.

Man findet die Bleykugel nach dem zweyten

Fall an eben demselben Ort, den sie bey ihrem ersten Herabfallen bezeichnet hatte.

Erklärung.

Es erhellet aus diesem ersten Versuch, daß die Bleykugel ihre erste Richtung allezeit beybehalten habe, sie mag sich nun blos allein in der Luft bewegt haben oder beym Ausgang aus der Luft ins Wasser fallen. Aber warum sollte sie auch von ihrem Wege abgewichen seyn, wenn die Hindernisse, welche ihr aufgestossen sind, sich von allen Seiten beständig überein entgegen gesetzt haben; ingleichen, wenn die Kraft ihrer Schwere, welcher sie nachgegeben, allezeit nur solche Widerstände zu überwinden gehabt, die alle zugleich überein leicht gewichen oder sie mit gleichen Grössen aufgehalten haben? Wir wollen diese Kugel nach den verschiedenen Augenblicken ihres Herabfallens betrachten.

1. Wenn sie sich noch ganz in der Luft befindet, so pfleget diese flüßige Materie, die man als ruhig und rund herum um den beweglichen Körper überein dicht annimt, blos ihre Geschwindigkeit aufzuhalten. Es hat jedoch dieser Widerstand keinen Einfluß auf seine Richtung, weil er ohne Unterschied von allen Seiten her wirket.

2. Man kann eben dieß behaupten, wenn man die Kugel zu der Zeit betrachtet, da sie völlig ins Wasser eingesunken ist; denn obgleich die Schwierigkeit, so sie bey Eröfnung eines Durchgangs in diese flüßige Materie antrift, grösser ist als in der Luft, so wird sie doch dadurch an ihrer Bestrebung nach eben diesem Ziel nicht verhindert, sondern nur daran, daß sie nicht mit so grosser Geschwindigkeit dahin gelanget, als es in ei-

ner

ner Zwischenmaterie von weniger Widerstand geschehen seyn würde.

3. Wofern man noch endlich dasjenige untersucht, was unter der Zeit vorgehet, da sich die Kugel aus der Luft ins Wasser begiebt und noch zum Theil in einer dieser beyden Zwischenmaterien und zum Theil in der andern befindlich ist, so wird man leicht begreifen, daß diese Eintauchung an ihrer ersten Richtung nichts ändern dürfe.

Denn wenn der Körper M, *Fig.* 3. Taf. *XIII.* in der Linie P p herab fällt, so beschreiben alle Theile der Oberfläche gleisförmige Linien wie N T und n t; und der Widerstand der Zwischenmaterie äussert sich gegen die ganze Halbkugel N O n. Wenn er anfängt sich einzutunken, so widerstehet das Wasser in gerader Linie in O; und so wie er sich tiefer hinein senket, so nehmen die Theile O S, S R, R N und die mit ihnen zusammen treffende O s, s r, r n, nach und nach Antheil an dem Widerstande der neuen Zwischenmaterie. Da aber diese verschiedenen Theile von O bis gegen N von beyden Seiten Flächen machen, deren einige schräger sind als die andern, so nimt der Widerstand des Wassers während dieser letzten Eintauchung nach solchen Grössen zu, die nach und nach immer weiter abnehmen.

Bey alle dem entdecket man keine Ursache, die dem Körper M seine erste Richtung benehmen sollte; zu Folge seiner kugelförmigen Gestalt werden die Hindernisse, welche in N, in R, in S u. s. w. angetroffen werden, durch die Widerstände, welche sich den Theilen n, r, s u. s. w. entgegen setzen, vollkommen gegen einander aufgehoben, und dieses Gleichgewicht erhält den Mittelpunct M beständig in der Linie P p. Dieser Versuch

such beweiset also, daß die Schräge des Einfallens von Seiten des beweglichen Körpers schlechterdings zur Brechung erfodert werde, weil er ohne dieselbe seine Bewegung nach seiner ersten Richtung fortsetzet, ob er schon aus einer weniger widerstehenden Zwischenmaterie in eine andere übergehet, die mehr Widerstand thut.

Anwendung.

Ein schwerer Körper, den sein eignes Gewicht in dem Wasser zu Boden drückt, muß sich an dem Boden an einem solchen Ort befinden, der mit demjenigen Punct der Oberfläche, durch welche er beym Herabfallen gegangen ist, senkrecht zusammen trift. Man muß jedoch dabey

1) voraussetzen, daß die flüßige Materie zur Zeit des Falles sich in Ruhe befinde. Denn man weiß, daß dasjenige, was in einen Fluß oder in einen Bach fället, durch den Strom zu eben der Zeit mit fortgerissen werde, da es der Kraft seiner Schwere nachgiebt. Daher werden die Leute, welche im fliessenden Wasser ersaufen, niemals demjenigen Ort gegen über angetroffen, wo sie sich erst aus dem Gesicht verloren haben.

2) Die Gestalt des Körpers, der in einer flüßigen Materie versinket, trägt vieles dazu mit bey, daß er, ohne der Brechung unterworfen zu seyn, seine erste Richtung entweder beybehält oder verlieret; denn diese Gestalt kann vielleicht so beschaffen seyn, daß sie zu Ungleichheiten beym Widerstand eben derselben flüßigen Materie Gelegenheit giebt. Wofern man z. B. anstatt daß man einen kugelförmigen Körper ins Wasser fallen ließ, wie der bey unsern Versuch war, sich einer Halbkugel oder eines andern dergleichen Dinges bedien-

te,

te, und solche parallel mit ihrem flachen Theil richtete, so folget aus der Erklärung, welche wir oben davon gegeben, daß dieser letztere bewegliche Körper, der von einer Seite mehr als von der andern durch die flüßige Materie, so er zertheilet, seiner Gestalt halber aufgehalten wird, seine erstere Richtung nicht beybehalten, und eine krumme Linie beschreiben werde, ohnerachtet er sich in einer Zwischenmaterie von sehr gleicher Beschaffenheit befindet.

Dieß ist eine Sache, die man durch eine so einfache als gemeine Erfahrung hinlänglich bestätiget befindet. So oft als man einen schwachen Körper, der von einer Seite erhaben ist, als eine Muschel, oder ein jedes dergleichen Ding, wasserrecht wirft, so wird man niemals sehen, daß er diejenige Richtung beybehalte, die man ihm gegeben; und wofern man die erhabene Fläche unten hin gekehret hat, so wird man öfters gewahr, daß sie sich ohnerachtet ihres eigenen niederwärts drückenden Gewichts empor hebet.

Man kann gleichfalls wahrnehmen, daß die schweren Vögel, als die Raben, die Tauben, die Aelster u. a. m. wenn sie sich nach einem langen Fluge nieder auf die Erde lassen, allezeit ihre Flügel und ihren Schwanz zu krümmen pflegen, um sich von unten eine erhabene Gestalt zu geben, welche ihnen denn nothwendig eine Richtung nach einer sehr langen krummen Linie verschaffet, wodurch ihr Fall sanfter wird. Hingegen setzen sich eben diese Vögel auf eine plumbische Weise nieder, und stossen sich oft an die Erde an, wenn sie noch sehr jung sind, weil sie in einer nicht so sehr gegen den Gesichtskreis sich neigenden Linie herab fahren, entweder weil sie es noch nicht verstehen, wie sie eine

Gestalt annehmen sollen, welche ihnen eine andere Richtung gäbe, oder weil ihre annoch zu kurzen Federn oder ihre zu schwachen Gliedmasen ihnen solches nicht anders verstatten.

Zweyter Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 102. ABC *Fig.* 1. Taf. *XIV*. ist ein Quadrat, an welchen man einen Flintenlauf befestiget hat auf dem Halbmesser AB, den man selbst an eine Mauer oder etwas anders, das sich nicht verrücken lässet, angemacht hat, jedoch dergestalt, daß er um den Punct B herum gedrehet werden kann; 18 oder 20 Schuh weit davon befindet sich eine Kufe oder eine Wanne von 4 oder 5 Schuh lang voll Wasser, die man oben mit einem ausgespannten Zeug oder mit grossen Bögen Papier bedecket. F ist ein mit Zeug oder Papier versehener Rahmen, von ohngefähr 18 Zoll hoch und 1 Schuh breit. Dieser Rahmen wird senkrecht über dem Wasser aufgerichtet; und seine Grundfläche DE, welche aus einer ein wenig schweren Bohle bestehet, wird auf den Rand der Kufe gestellet in einer hinlänglichen Entfernung von ihrem äussersten Ende G. Man muß darauf bedacht seyn, daß die kleine Seite G der Wanne mit einer sehr dicken und recht ebenen tännen Bohle eingefaßt sey, die sie vor allem Zufall verwahre, und worauf man den Eindruck einer Kugel wahrnehmen könne. Wenn endlich alles dergestalt eingerichtet

tet ist, so ladet man das Flintenrohr mit gnugsam Pulver und mit einer Bleykugel, die so viel als möglich ist genau in den Lauf einpasset; man richtet dasselbe gegen I dergestalt, daß es mit der Oberfläche des Wassers einen Winkel von 30 oder 40 Graden machet, und zündet solches mit einem Stückgen Lunde an, das bey a angelegt wird. Siehe die angeführte Figur.

Erfolg.

Nachdem die Kugel die beyden Zeuge in I und in K durchdrungen, so wird sie, anstatt ihre Bewegung in dieser Richtung bis nach L fortzusetzen, an die tännene Bohle in H in einer Linie anschlagen, welche mit der ersten, nach welcher sie sich richtete, als sie von A nach K kam, einen Winkel macht: welches man gar leicht wahrnehmen kann, wenn man das Wasser aus der Kufe ablässet, und das Auge nachher gegen I richtet; denn man bemerket, daß der Punct H ganz deutlich über seiner erstern Richtung befindlich ist, und daß die Brechung, welche sie beym Punct K erduldet hat, beym Einfahren ins Wasser, sie von der senkrechten Linie P p weiter entfernet habe, als geschehen wäre, wofern sie sich gerade fort nach L beweget hätte.

Erklärung.

Es ist dieß eine Folge der Gesetze der Bewegung, daß sich ein beweglicher Körper allezeit nach derjenigen Seite wendet, allwo er weniger Widerstand antrift; denn wenn der Erfolg seiner Ursach angemessen ist, so muß ein Körper, welcher zu gleicher Zeit zwo Hindernisse antrift, von der stärkern mehr erdulden, und auch

die schwächere desto leichter überwältigen: eine Hinderniß aber leichter überwältigen ist nichts anders, als solche mit einer gewissen Grösse in weniger Zeit zurücktreiben, oder in einer bestimten Zeit weiter forttreiben. Denn eine Hinderniß, was es auch für eine seyn mag, pflegt niemals in einem unzertrennten Augenblick merklich nachzugeben; die schwächste ist daher diejenige, welche sich in einer kürzern Zeit überwältigen lässet.

Die Luft und das Wasser, durch welche die Kugel unseres Versuches nach und nach gegangen, haben ihrer Bewegung nach einander Hinderniß verursachet; allein so lange solche in einer oder der andern von diesen beyden Zwischenmaterien sich ganz befunden, hat ihre Richtung sich nicht ändern dürfen, weil der Widerstand gegen alle Theile der vördersten Halbkugel überein vertheilet war, wie wir es bey der Erklärung des vorhergehenden Versuchs gezeigt haben; da die Hindernisse oder die widerstehenden Theile der flüßigen Materie von beyden Seiten einander im Gleichgewicht erhalten, so hat dieselbe beständig in der Linie A K und nachher in der Linie K H verbleiben müssen.

Wofern die Gleichheit der Hindernisse gegen alle Theile der vördersten Halbkugel n o p *Fig.* 2. *Taf. XIV.* den Körper m in seiner Richtung erhält, so lange er sich in einer und eben derselben Zwischenmaterie befindet; so ist offenbar, daß, da er schräg aus der Luft in das Wasser gehet, eben diese Halbkugel währender ganzen Zeit ihrer Eintauchung solche Hindernisse antreffe, die schwerer auf einer Seite ihrer Oberfläche zu überwinden sind als auf der andern Seite. Denn, wenn z. B. der Punct R anfängt das Wasser zu berühren, so em-

pfindet

pfindet er mehr Widerstand als der Punct Q, welcher nur noch Luft gegen sich findet. Indem also das Gleichgewicht zwischen den Hindernissen von beyden Seiten unterbrochen ist, so wendet sich der Mittelpunct nach der schwächsten Seite, und fängt an sich von seiner ersten Richtung S T zu entfernen. Da aber der Unterschied, der sich zwischen dem Widerstand des Wassers und der Luft ihrem befindet, vornemlich auf der Zeit beruhet, die man anzuwenden hat zur Forttreibung der einen oder der andern von diesen beyden Zwischenmaterien, so wird dieser Unterschied desto grösser, je mehr die Geschwindigkeit des beweglichen Körpers vermindert wird; denn wenn die Bleykugel die Luft und das Wasser mit einer unendlichen Geschwindigkeit forttrieb, so würde gar kein Unterschied unter ihnen sich befinden, indem gar keine Widerstände oder nur unendlich kleine vorhanden wären.

Die Bewegung des Körpers M, die durch seine Versenkung in das Wasser je mehr und mehr geschwächet wird, muß daher diesen Unterschied empfinden, welcher zwischen dem Widerstand, der an dem Theil O R P geschiehet, und demjenigen, der gegen O Q N wirket, vermehret wird. Es muß daher der Mittelpunct M seine erste Richtung je mehr und mehr verlassen und sich in einer kleinen krummen Linie hinab senken, deren letzter Punct den Anfang von der neuen Richtung V X macht, welcher sich die Kugel nach ihrer Versenkung unterwirft.

Anwendung.

Der vorhergehende Versuch führet uns ganz natürlicher Weise auf eine Anmerkung, die denenjenigen,

welche Fische mit der Flinte schiessen wollen, einiger Massen nützlich seyn kann. So gute Schützen sie auch immer abgeben mögen, so würden sie doch öfters nichts treffen, wenn sie die Brechung nicht zugleich mit in Betrachtung ziehen, welche die Bleykugel beym Einfahren ins Wasser erdulden muß. Dasjenige, was wir oben gezeigt haben, beweiset schon, daß man niedriger schiessen müsse, als der Gegenstand sich befindet, weil sich der Schuß allezeit im Wasser etwas hebet, wenn man schief schiesset. Da man nur in eine kleine Tiefe schiessen kann wegen des grossen Widerstandes des Wassers, und die Schwere des Bleyes, dessen Geschwindigkeit geschwächet worden, einen Theil der Brechung vernichtet, indem sie solches niederwärts ziehet; da man auch übrigens voraus setzen muß, daß der Gegenstand, den man sich zu treffen vorsetzet, eine gewisse Ausdehnung habe, so scheinet es zwar, als ob in der Ausübung diese Veränderung der Richtung, welche das Bley beym Einfahren ins Wasser erduldet, an und vor sich nichts sonderliches ausmache, und man daher solche übersehen könne: man muß aber bedenken, daß der Fisch, den wir tödten wollen, nur vermöge einiger Lichtstrahlen gesehen werde, die von ihm zu uns kommen, die aus dem Wasser schief in die Luft fahren, und folglich, da sie sich in dem Stande der Brechung befinden, uns den Gegenstand nicht in dem wahren Orte zeigen, wo er wirklich befindlich ist. Diesem füge man noch hinzu, (welches denn höchst nöthig ist, daß es angemerkt werde) daß die Brechung des Lichts gerade nach dem Gegentheil geschiehet, als es bey andern Körpern gewöhnlich ist, wie wir solches bey der Abhandlung der Sehekunst zeigen werden; dergestalt, daß

der

der scheinbare Ort des Fisches höher ist als sein wirklicher Ort: welches denn die Ursache noch aufs neue bestärket, welche das niedriger schiessen nothwendig macht, wenn man auch nur allein auf die Brechung des Bleyes sehen wollte.

Ohnerachtet sich die Brechungen am gewöhnlichsten in flüßigen Zwischenmaterien wahrnehmen lassen, so kann man überhaupt sagen, daß sie auch so gar in allen derben Körpern statt haben, wenn der bewegliche Körper, so sie durchdringet, daselbst schief aus Lagen von Materien aufstößet, deren einige immer mehr widerstehen als die andern. Es geschiehet z. B. zum öftern, wenn man ein Bret mit einer Pfrieme oder mit einer schwachen und biegsamen Nadel durchbohren will, daß sich das Eisen krümme und der Richtung nicht folge, die man sich ihm zu geben bemühet gewesen: dieses rühret daher, weil die Spitze schief auf solche Theile gestossen ist, deren einige härter als die andern wären, wie solches an dem Tännenholz gar leicht zu bemerken ist, allwo dergleichen Brechungen zum öftern vorfallen; denn man hat allezeit Mühe einen Nagel nach seinem Sinn darein einzuschlagen, zumal wenn er lang und schwach ist.

Die Brechung kann mehr und weniger erfolgen. Wir haben gesehen, daß solche gar nicht erfolget, wenn die Richtung des beweglichen Körpers senkrecht auf die Oberfläche der brechenden Zwischenmaterie gehet; sie fängt sich mit der Schräge des Einfalls an und nimt samt derselben und in gleichem Verhältniß mit derselben zu. Denn die Kugel, welche durch S T *Fig. 2. Taf. XIV.* herabfällt, erduldet keine so starke Brechung, als diejenige ist, welche nach s t gerichtet ist; und wo-

 fern

fern man sich zugleich desjenigen erinnert, was wir bereits bey Angebung der Ursache von der Brechung überhaupt angebracht haben, so wird man leicht auch aus dem blossen Anschauen der Figur erkennen, daß die Ursach dieses Erfolges desto mehr zunehme, je schiefer die Eintauchung geschiehet. Denn man siehet, daß, je mehr die Richtung sich nach der Oberfläche des Wassers neiget, der Theil O Q N von der vordersten Halbkugel desto länger in der Luft bleibe; und folglich erhalten die Widerstände, welche sich von Seiten des Wassers an dem Theile O R P äussern, desto mehr Vortheil über diejenigen, welche gegen die gegen überstehenden Puncte O Q N wirken.

Man mag jedoch die Brechung in einem Grad betrachten, in welchem man will, so findet man sie allezeit mit dem Einfall des beweglichen Körpers in gleichem Verhältniß, wenn die Zwischenmaterien nicht geändert werden; und man beurtheilt sie, wenn man die Einfallswinkel A C P und B F D *Fig.* 1. Taf. *XV.* mit den Brechungswinkeln a C p und b F d vergleichet, welche man durch die Linien P A, a p ausmisset, welche deren Sinus abgeben; denn wenn sich P A zu a p wie 2 zu 3 verhält, so stehen die beyden ähnlichen Linien D B und d b, welche den Fall von einer grössern Brechung vorstellen, auch noch in gleicher Verhältniß gegen einander.

Wir werden es nicht unternehmen, dieses mit Versuchen zu beweisen; die Schwierigkeit, schwere Körper nach vollkommen geraden und schiefen Linien auf die natürliche Richtung ihrer Schwere zu richten, erlaubet uns solches nicht. Wir werden aber Gelegenheit bekommen, solches bequem zu thun, wenn wir von dem Licht

Licht handeln, wobey sich dergleichen Beschwerlichkeit nicht findet.

Wir wollen nur noch dieses einzige hinzu fügen, und durch die Erfahrung beweisen, daß, wenn der Einfall bis auf ein gewisses Ziel der Schräge gelanget ist, die Brechung außerhalb der brechenden Zwischenmaterie geschehe (welches man alsdenn die Abspringung nennet), dergestalt, daß z. B. ein Stein oder eine Bleykugel, statt daß sie aus der Luft in das Wasser gehen sollte, wie wir vorher gesehen haben, sie sich wieder erhebt, nachdem sie die Oberfläche berührt und mit ihr einen Winkel gemacht hat, der demjenigen bey nahe gleich ist, den sie im herunter Fallen gemacht hat. Siehe die 2 Fig. Taf. *XV*.

Dritter Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 105. Man muß den Quadranten der 1. Fig. Taf. *XIV*. dergestalt stellen, daß der Flintenlauf und seine Richtungslinie *M N* Fig. 2. Taf. *XV*. mit der Oberfläche des Wassers *N P* einen Winkel von ohngefähr 5 Graden machen, und sodann an das andere Ende der Kufe ein Bret von weichem Holze *S* stellen, welches senkrecht auf der Oberfläche des Wassers empor stehe, und seine Fläche gegen die Länge eben derselben Kufe kehre; man muß auch dem Wasserwog gleich einen Rahmen von Zeug hinstellen, der ohngefähr einen Schuh lang sey.

Wenn der Flintenlauf wie vorher geladen worden, so muß man ihn loszünden.

Erfolg.

Wenn die Bleykugel nach *N* gelanget ist, so pflegt sie an statt in das Wasser einzufahren und daselbst eine Brechung zu erdulden, wie bey dem vorhergehenden Versuch, bey dem Berührungspunct abzuspringen, und gegen das Bret in *S* zu prallen, so daß sie ihren Absprungswinkel *O N S* bey nahe ihrem Einfallswinkel *M N P* gleich machet.

Erklärung.

Indem wir die Ursachen der Brechung oben erkläret, so haben wir zugleich gezeiget, daß der Widerstand der Zwischenmaterie gegen eine Kugel, die sich in gerader Linie beweget, sich gegen die Hälfte der kugelförmigen Oberfläche N O n Fig. 3. Taf. *XIII.* äußere. Wir haben auch bey Erklärung des zweyten Versuches gezeiget, daß, wenn diese Halbkugel zu gleicher Zeit zwo Zwischenmaterien berühret, deren eine mehr widerstehet als die andere, sich der ganze Körper, davon sie einen Theil ausmacht, mehr gegen die Seite des schwächern wende. Daraus folget, daß solche Abweichung desto größer seyn müsse, je mehr die widerstehenden flüßigen Materien von einander unterschieden sind, und je einen größern Theil der Halbkugel P R O Q N Fig. 2. Taf. *XIV.* die schwächere unter den beyden einnimt. Der Widerstand der Luft ist in Vergleichung mit des Wassers seinem sehr geringe oder dauret eine kurze Zeit, und wenn die Bleykugel nach

einer sehr schief liegenden Linie gerichtet wird, wie bey unserm Versuch, so kann man aus der Figur ersehen, daß der auf die Luft treffende Theil weit größer sey als derjenige, welcher das Wasser berühret. Solchemnach wird der Ueberschuß des Widerstandes von Seiten dieser letztern Zwischenmaterie gleichsam ein festgesetzter Punct, der dem beweglichen Körper den Durchgang lange genug verwehret, damit er veranlasset werde, seine Bewegung in der Luft fortzusetzen, die ihm sehr geschwinde nachgiebt.

Bis so weit siehet man ganz wohl ein, warum die Kugel nicht in das Wasser hinein fahre, und aus welchem Grunde sie ihre Bewegung in der Luft vollende, nachdem sie die am stärksten widerstehende Zwischenmaterie nach einer sehr schrägen Richtung berühret hat. Man muß jedoch gestehen, daß das von uns vorgetragne noch nicht hinreiche um begreiflich zu machen, was dieselbe aufwärts treibe nach einer andern schrägen Richtung, die sich mit der Richtung des Auffallens in einerley Fläche befindet: denn daraus, daß sie ihre Bewegung in der Luft vollenden müsse, folget nicht, daß sie nach ihrem Niederfall wieder empor zu steigen genöthiget sey; wofern keine Ursache vorhanden wäre zur Hervorbringung dieses Erfolges, so scheinet es, als dürfe man nichts anders erwarten, als daß man diese Kugel auf dem Wasser fortrutschen oder fortrollen sehen werde, wenn sie einmal dazu gekommen wäre, und daß sie Geschwindigkeit genug übrig behalten werde, um die Wirkung ihrer Schwere unmerklich zu machen. Mit einem Wort, alles was der Widerstand des Wassers hiebey thun kann, bestehet darinnen, daß es dem beweglichen Körper den Durchgang

 versa-

versaget; indem man aber an demselben nur eine unüberwindliche Hinderniß betrachtet, so kann man noch nicht einsehen, daß es vermögend sey dasjenige, welches bis zum Punct des Berührens völlig bestimt ist, niederwärts zu fallen, wieder aufwärts zu treiben. Es ist daher noch etwas mehreres in Betrachtung zu ziehen, entweder bey dem Wasser, welches die Abspringung veranlasset, oder bey der Kugel, welche diese Abspringung erduldet, oder auch wohl bey beyden zugleich, in Absicht auf solche Umstände, darinnen sie sich bey unserm Versuch befinden. Weil aber dasjenige, was hier beym Aufstoßen einer flüßigen Oberfläche in dem Fall eines sehr schiefen Einfalls vorgehet, sich allezeit ereignet, wenn ein beweglicher Körper auf eine dichte Fläche fällt, sie mag so schief liegen als sie wolle; so verschieben wir die Untersuchung der Ursache davon bis auf den folgenden Abschnitt, da wir von der zurückprallenden Bewegung handeln werden. Jetzt mag es genug seyn, daß wir gezeigt haben, daß es eine solche Schräge des Einfalls gebe, bey welcher sich die Oberfläche des Wassers gegen eine Bleykugel oder gegen einen jeden andern harten Körper eben so bezeige, wie eine feste und undurchdringliche Fläche.

Anwendung.

Der jetzt erklärte Versuch mag denen, welche aufs Wasser schießen, zur Nachricht dienen. Wofern sie nicht sehr in die Nähe oder von einem erhabenen Orte schießen, so kann die Richtung des Schusses zu schief werden, und das Bley möchte wohl gar nicht ins Wasser eindringen. Eine Person, die auf dem Ufer gegen über sicher zu seyn glauben möchte, könnte Gefahr lau-

sen verwundet zu werden: und es ist daher klug und vorsichtig gehandelt, wenn man sich nicht in der Fläche des Zurückprallens aufhält. Wie viele Stückkugeln siehet man nicht bey einem Seegefechte wieder empor steigen, nachdem sie das Meer berührt gehabt, und durch eine abprallende Bewegung dasjenige ausrichten, was sie ihrer ersten Richtung nach nothwendig zu verfehlen schien!

Ohne jedoch dergleichen schreckhafte Beyspiele weiter aufzusuchen, so zeiget uns ein Spiel der Kinder, welches jederman in Thüringen unter dem Namen der Wassersüppgen bekannt ist, eben dieses mit weniger Gefahr. Ein Stein, der am Rande nur ein wenig scharf in der Mitten aber dicker ist, und sehr schief auf dem Wasser hingeworfen wird, hebt sich vermöge der angeführten Ursachen von dem Berührungspunct empor; und wofern er eine hinlänglich starke Bewegung erhalten hat, so veranlasset ihn sein eigenes Gewicht, wenn es ihn von neuem zu einem schrägen Auffallen verleitet, zu einem abermaligen Abspringen, welches oft 5 oder 6 mal hinter einander geschiehet.

Verschiedene Versuche, die ich sorgfältig wiederholet, aber recht im Großen anzustellen noch keine Gelegenheit gehabt habe, um zu sehen, wie weit die Ausübung mit den Lehrsätzen überein stimme, haben mir schon gezeiget, daß die Oberfläche des Wassers nicht alle Arten der Körper ohne Unterschied unter einerley Winkel, oder unter gleicher Schräge des Auffallens zurück zu stossen anfange. Ich habe bemerket, daß eine Kugel von 6 Linien im Durchmesser ins Wasser eingedrungen, wenn ihre Richtung einen Winkel von 6 Grad machte mit der Oberfläche, dahingegen eine

größere

größere unter gleichem Einfallswinkel absprung: und ich zweifele nicht, daß eine Stückkugel unter einem viel weitern Winkel abspringe, und daß dieses eben so viel Veränderung leide als der Durchmesser der Kugel. Denn der Widerstand des Wassers ist um so viel grösser, je mehrere Theile angestoßen worden sind; wenn ein kugelförmiger beweglicher Körper auf seine Oberfläche fället und solche mit einer ziemlich starken Bewegung berühret, so darf man sich nicht einbilden, daß dieses nur in einem einzigen Puncte geschehe, sondern es erfolget allezeit auf einem ganzen Abschnitt, und dieser Abschnitt erduldet um desto größern Widerstand, je größer die Kugel ist, von der selbiger einen Theil ausmacht, dieweil, wenn er einen größern Umfang bey weniger Ausbiegung hat, er mehr gerade zu und eine größere Anzahl von Wassertheilgen anstößet.

Nachdem wir die Veränderungen untersucht haben, welche sich bey der Richtung eines beweglichen Körpers ereignen, wenn er eine Hinderniß antrift, die er durchdringen kann, oder in welchem er seine Bewegung fortsetzen kann; so wollen wir nun sehen, was eben diesem beweglichen Körper widerfahre, wenn die Hinderniß ein derber Körper ist, der ihn nicht durchdringen lässet.

Zwey=

Zweyter Abschnitt.

Von der abprallenden Bewegung.

Wir haben in dem vorhergehenden Abschnitt voraus gesetzt, daß dasjenige, was die Richtung des beweglichen Körpers zu verändern suchte, eine Materie sey, die er durchdringen könne, und worinnen er die Freyheit hätte seine Bewegung annoch stark genug fortzusetzen, damit man wahrnehmen könne, ob er sich einer neuen Bestimmung unterwerfe. Jetzt nehmen wir eine unüberwindliche Hinderniß an, eine unbewegliche Masse, die er weder zu verrücken noch aus einander zu trennen vermag, um weiter fortzugehen. Ich sage, um weiter fortzugehen: denn da es keine vollkommen harte Materie giebt, deren Theile einer hinlänglichen Gewalt nicht nachgäben, so geschiehet allezeit an dem Orte des Berührens eine Einbiegung, wenn ein Körper einen andern anstößet, wenn auch gleich dieser letztere seiner Größe wegen nicht verrückt werden könnte; und wenn diese Einbiegung so beschaffen ist, daß der bewegliche Körper in die Masse hinein fähret, als wenn eine Stückkugel sich in die Erde verscharret, oder wenn man eine Flintenkugel in Sand schießet oder in einen Haufen Schnee; alsdenn wird die eingedruckte Hinderniß eine neue Zwischenmaterie, und wofern eine Brechung statt findet, so geschiehet sie nach den Gesetzen, die wir oben festgesetzt haben.

Wenn nun die Hinderniß oder der angestoßene Körper also beschaffen ist, wie man es voraus setzet, nämlich in Ansehung seiner ganzen Masse unbeweglich, jedoch biegsam in Ansehung seiner Theile, so komt es nun-

nunmehr darauf an, daß man wisse, was der bewegliche Körper nach dem Anstoß für eine Richtung bekommen werde.

Ehe man aber solche Frage beantwortet, so mag man füglich untersuchen, ob der anstoßende Körper fortfahren wird sich zu bewegen; denn wofern er ohne Bewegung bleiben sollte, so würde die Untersuchung seiner Richtung vergeblich seyn, und es giebt viel Fälle, wobey die Hinderniß ihn in Ruhe versetzt, ohne ihm etwas von dem wieder zu erstatten, was sie ihm benommen hat.

Um unsere Begriffe zu bestimmen, wollen wir uns eine stählerne gegen eine Mauer abgeschoßene Kugel vorstellen; und um es desto einfacher zu betrachten, wollen wir den anstoßenden Körper als vollkommen hart ansehen, und nur blos die Biegsamkeit des angestoßenen Körpers in Betrachtung ziehen. Im ersten Augenblick des Berührens beweiset die Kugel gegen einen sehr kleinen Raum des Steins, auf den sie trift, eine Kraft, die sich wie ihre Masse und wirkliche Geschwindigkeit verhält. Diese wenige durch den Stahl also zusammen gedruckte Theile, geben der Bewegung derselben nach, und stoßen auf die nächsten Theile, und diese hinwiederum auf andere; der Stein wird an diesem Orte dichter, und es entstehet eine kleine Vertiefung; es entstehet jedoch dieser Erfolg nicht mit einer Geschwindigkeit, die derjenigen gleich ist, welche der bewegliche Körper in dem Augenblick hätte, da er die Mauer zu berühren anfing; denn dasjenige, was verrückt worden ist, hat Widerstand gethan, und jeder Widerstand (wenn er auch gleich überwältiget wird) vernichtet einen Theil derjenigen Kraft, welche

che ihn zum Weichen gebracht: demnach befindet sich die stählerne Kugel zu Ende des ersten Augenblicks gehemmet, und ihre Kraft ist beym Anfang des zweyten Augenblicks etwas geringer als sie anfänglich war.

Da aber die währendem ersten Augenblick angestoßenen Theile zurück gewichen sind, so hat ihre Einbiegung oder Vertiefung der stählernen Kugel Gelegenheit gegeben den Stein an einer größern Fläche zu berühren. Der bewegliche Körper wird also in dem zweyten Augenblick mehr von seiner Geschwindigkeit verlieren als in dem ersten, 1) weil er mehrere Theile zurück zu treiben hat; 2) weil diejenigen Theile der Zwischenmaterie, welche vorher eingedruckt worden, mehr widerstehen, als sie im ersten Augenblick zu thun vermocht: denn damals war die angestoßene Materie nicht so dichte, und der anstoßende Körper hatte mehr Bewegung.

Aus der Untersuchung dieser beyden ersten Augenblicke siehet man, daß die stählerne Kugel bey Eindrückung einer Vertiefung in den Stein an der Geschwindigkeit abnehmen müsse nach solchen Größen, die immer mehr zunehmen, weil diejenigen Theile, welche ihre Kraft wieder annehmen, sich jeden Augenblick vermehren, und von den hintern je mehr und mehr unterstützet werden, und also ihr gemeinschaftlicher Widerstand wenigstens nach Verhältniß dieser beyden Ursachen immer stärker wird.

Es mag nun aber die Geschwindigkeit des beweglichen Körpers überein gehemmet werden oder nicht, so darf dennoch diese Verminderung nicht verhindern, daß er nicht in seiner ersten Richtung beharren sollte, so lange er noch einige Bewegung übrig hat; also wird der

Eindruck,

Eindruck, welcher in den Stein gemacht wird, nicht eher vollendet, als bis die Kugel aufhöret sich zu bewegen; und so kann man hinwiederum schließen, daß sie in Ruhe versetzt worden sey, wenn die Theile des Steins nicht mehr nachgeben: dergestalt, daß, wofern sich nicht alsdenn eine neue Ursache findet, um die Bewegung in der Kugel wieder herzustellen, da sie die in der ersten Bestimmung erhaltene gänzlich angewendet hat, man nicht einsiehet, wie sie sich weiter bewegen könne, und die Erfahrung zeigt es auch in der That, daß sie sich nicht weiter bewege; denn wofern der Ort der Mauer, welcher dem Stoß ausgesetzt ist, von weichem Stein oder von Gyps ist, so bleibt die Kugel in dem Loch stecken, welches sie gemacht hat, oder fällt auch wohl vermöge ihres eigenen Gewichtes zurück, wofern sie nichts zurücke hält.

Es verhält sich hingegen ganz anders, wenn der bewegliche Körper zu seiner Hinderniß einen harten Stein antrift; man siehet ihn nach dem Stoß abprallen, und zwar nach einer Seite, die von ihrer ersten Richtung unterschieden ist: diese Bewegung wird die abspringende genennet. Wir wollen daher sehen, was davon die Ursache sey und welches die Gesetze sind, die solcher die Richtung geben.

Es wird währendem Stoß so wohl in dem Stein als in dem Gyps ein Eindruck gemacht, welcher blos durch einen stärkern oder schwächern Grad unterschieden wird. Wenn aber die Hinderniß elastisch ist, daß die eingebognen Theile die Kraft haben sich in demjenigen Ort und in der Ordnung wieder herzustellen, allwo sie sie sich vor ihrer Verrückung befanden, so kann man leicht sehen, warum der anstoßende Körper wieder an-

fängt

fängt sich zu bewegen und was ihn bestimme in einer Richtung, die von derjenigen verschieden ist, welche er anfänglich hatte: denn diese eingebogenen Theile treiben bey ihrer Widerherstellung den beweglichen Körper vor sich her, und bemühen sich demselben die Richtung zu geben, die sie selber haben.

Es sind aber nicht alle elastische Körper überein mit der Schnellkraft versehen, und man kann behaupten, daß man noch keinen kenne, der vollkommen damit begabt sey: wir nehmen inzwischen solches an, um unsere Theorie nicht so weitläuftig zu machen, und betrachten anfänglich den geraden Stoß, das ist, den Stoß eines beweglichen Körpers, der seine Richtung senkrecht auf die Oberfläche der Hinderniß bekomt.

Wenn man annimt, die Hinderniß D E Fig. 1. Taf. *XVI.* sey ein mit Schnellkraft vollkommen begabter Körper, so muß der Berührungspunct A, welcher durch die Kraft des beweglichen Körpers C bis in B getrieben worden, von B nach A mit einer Geschwindigkeit zurück kehren, die derjenigen gleichet, mit welcher er ist verrücket worden. Der Körper C, den er vor sich hintreibet, wandert in eben der Zeit durch eben denselben Weg; und wenn er vermöge dieser Gegenwirkung die Oberfläche D E wieder zu berühren angefangen, so findet man, daß er, um aus A nach F zu kommen, eben den Grad der Bewegung habe, den er hatte, als er bey seiner Ankunft aus F nach A den Eindruck d B e anfing. Also würde die Hinderniß, deren Schnellkraft vollkommen wäre, dem beweglichen Körper durch eine vollständige Gegenwirkung die ganze Bewegung wiedergeben, welche er zur Zeit der Zusammendrückung ihm benommen haben möchte. Jetzt komt

es darauf an, wie die Richtung dieser zurückgeprallten Bewegung in Ordnung zu bringen sey.

Bey Erklärung der Brechung Fig. 3. Taf. *XIII.* S. 215. haben wir gezeigt, daß, wenn der bewegliche Körper M senkrecht auf die brechende Zwischenmaterie herabfällt, solcher die Linie seiner ersten Richtung nicht verlasse, und daß er nach der Einsenkung eben so wie vor derselben nach eben demselben Orte zu kommen sich bestrebe; weil alle Theile seiner vordersten Halbkugel durch den Widerstand der flüßigen Materie überein unterstützet werden, und weil keine Ursach vorhanden ist, welche seiner Bewegung beförderlich seyn, oder solche mehr von einer als an der andern Seite hemmen möchte. Aus eben dergleichen Ursache wird, wofern die Oberfläche D E Fig. 1. Taf. *XVI.* derb und vollkommen elastisch ist, der bewegliche Körper, welcher aus F nach A komt, nachdem er den Eindruck d B e gemacht hat, gerade in eben der Linie gegen den Punct F zurückgetrieben werden, dieweil die einander gegen überstehenden Theile G H vollkommen ähnlichen Gegenwirkungen nachgeben, deren Gleichgewicht den Mittelpunct C in einer Linie erhält, welche sich in A und F endiget.

Wir haben ferner bewiesen S. 225. f. Fig. 2. Taf. *XIV.* daß im Fall der schrägen Einsenkung der bewegliche Körper seine erstere Richtung verlasse, und wir haben die Ursache davon aus der Ungleichheit der Widerstände hergeleitet, welche währender Zeit, da diese Halbkugel sich in die brechende Zwischenmaterie hineinsenket, gegen die Puncte P, R, O, Q, N, wirken. Wir haben auch bemerket, daß, da diese Abweichung des beweglichen Körpers durch solche Hindernisse ver-

ursa-

ursachet worden, die immer mehr zunehmen, bis er völlig untergetaucht wird, der Mittelpunct M sich nach einer kleinen krummen Linie M V richte.

Eben dieses erfolget auch und zwar aus gleichen Ursachen, wenn ein kugelförmiger Körper schräg auf eine derbe Fläche fällt, die eine Schnellkraft besitzet Fig. 2. Taf. *XVI.* Die eingebogenen Theile sind eben so viel kleine Federn, welche durch die Kraft des beweglichen Körpers gespannet werden, und ihre Geschwindigkeit je mehr und mehr vermindern, bis er endlich alle Bewegung verwendet hat, die er hatte, da er anfing, die äußerste Seite der Fläche in I. zu berühren. Daher entstehet die kleine krumme Linie il, welche der Mittelpunct des beweglichen Körpers beschreibet; und es ist offenbar, daß, wenn diese eingedruckte Fläche sich bey dem Punct L endigte, die Kugel durch die Linie L M entwischen, und folglich ihr Mittelpunct der gleichlaufenden Linie folgen würde.

Da aber dieselbe während der Einbiegung die Fläche mit einem Theil von ihrem Umkreis berühret und nicht in einem Puncte, und alle Federn, die gespannt worden sind, nach und nach, und nach der Ordnung, in welcher sie zusammengedruckt worden, sich loslassen, so entstehet daraus dieser doppelte Erfolg: 1) nimt sie ihren ersten Grad der Bewegung wieder an, dieweil sie mit eben so vieler Kraft, als sie die Zusammendrückung zuwege gebracht, zurück getrieben worden; 2) steigt sie durch eine krumme Linie M P Fig. 3. Taf. *XVI.* wieder aufwärts, die derjenigen gleichet, nach welcher sie sich gerichtet hat, da sie die Einbiegung machte, weil die Federn, welche sie gespannt hat, sich gegen ihren hindern Theil losspannen und ihm eine Geschwindigkeit

verschaffen, die von M bis in P beschleuniget wird, eben wie diejenige, welche sie anfänglich hatte, von I bis in M ist aufgehalten worden. Da nun also das äußerste Ende I der Linie seines Herabfalles der Anfang der ersten krummen Linie gewesen, so ist die Absprungslinie P Q die Fortsetzung von der zweyten, und auf diese Weise wird der Winkel R M Q dem Winkel S M T gleich.

Die Gleichheit des Einfalls- und des Absprungswinkels lässet sich auf eine etwas strengere Weise beweisen, wenn man einen Grundsatz voraus setzet, den wir im folgenden erweisen werden, wenn wir von der zusammengesetzten Bewegung handeln, nämlich daß der bewegliche Körper, welcher die Linie T M durchwandert, sich also bezeige, als ob er zwoen Kräften sich unterwürfe, deren eine ihm die erfoderliche Geschwindigkeit gegeben um die Linie T V durchzuwandern, während daß die andere ihn von der Höhe T S herabtreibet. Wofern nun, nachdem er in M angekommen ist, eine Ursache ihre Bewegung von oben herab vernichtete, ohne etwas von derjenigen zu vermindern, nach welcher er wagrecht fortgetrieben wird, so ist es offenbar, daß er in einer Zeit, die derjenigen gleich ist, welche er, um aus T nach M zu gelangen, angewendet hat, aus M nach R gehen werde, da er nur noch durch eine einzige Kraft geleitet wird. Wofern aber, anstatt dieses voraus zu setzen, die Kraft, welche ihn von oben herab führete, zu der Zeit, da der bewegliche Körper in M ist, auf einmal in eine andere Kraft von gleicher Stärke verwandelt würde, die jedoch denselben reizte, sich von unten hinauf zu bewegen; so wird er außer Zweifel durch M Q in die Höhe steigen mit eben dem

Grad der Geschwindigkeit, die er bey seinem Herabfallen durch T M hatte. Nun aber haben wir im vorhergehenden gesehen, wie unter diesen beyden Bewegungen, daraus der schräge Einfall bestehet, diejenige, welche senkrecht auf die Fläche trift, in dem beweglichen Körper vernichtet werde, und sich mit gleichem Grad in eine andere verwandele, welche in eben der Linie entgegen gesetzt ist.

Bis hieher haben wir den beweglichen Körper als unbiegsam angenommen, und nur blos die Schnellkraft der zurückprallenden Fläche betrachtet; es ist aber leicht zu begreifen, daß eben diese Erfolge statt haben würden, wofern die Fläche vollkommen hart, und die Kugel ein elastischer Körper wär; denn beym Anstoßen würde sie platt gedruckt werden, und die eingebogenen Theile würden sich bey ihrer Wiederherstellung auf die Fläche aufstämmen, und den beweglichen Körper mit eben der Geschwindigkeit, mit welcher sie zusammengedruckt worden, und zwar nach der Gegenseite zurückstoßen.

In der Natur wird uns zwar keiner von diesen beyden angenommenen Fällen dargestellet; denn wofern man keinen vollkommen elastischen Körper kennet, so siehet man eben so wenig solche Körper, welche der Schnellkraft gänzlich beraubet wären. Also kann man bey jedem Zurückprallen behaupten, daß der bewegliche Körper und die Hinderniß nach ihrem Grad der Schnellkraft beyderseits daran Antheil haben.

Ja es kann sich auch zutragen, daß ein Drittes, so zur Zeit des Stoßes zwischen beyden gedränget worden, zu der zurückgeprallten Bewegung etwas beytrage, indem es die Verrichtung einer Feder über sich nimt, welche

welche sich auf einer Seite gegen die Fläche losspannet, und auf der andern gegen einen beweglichen Körper; und alsdann mag der Einfall gerade oder schräg geschehen, so muß man doch auch alles dasjenige erwarten, was oben ist angegeben worden, da wir blos in der Hinderniß oder in dem angestoßnen Körper eine Federkraft voraus gesetzt haben.

Es scheinet demnach, als ob dasjenige, was man von der zurückgeprallten Bewegung vornehmlich wissen muß, sich auf diese beyden Hauptstücke einschränken lasse: erstlich, daß die Schnellkraft die unentbehrliche Ursache der Zurückprallung sey; zweytens, daß die Richtung der zurückgeprallten Bewegung so beschaffen sey, daß der Absprungswinkel den Einfallswinkel des beweglichen Körpers gleich sey, wenn die Gegenwirkung vollkommen ist.

Obschon diese beyden Sätze durch vollkommen genaue Versuche sich nicht erweisen lassen, weil wir keinen derben Körper kennen, der eine vollkomne Schnellkraft besitze, oder der gar keine hätte; und weil übrigens die Schwere des beweglichen Körpers und der Widerstand der Luft einen Theil der Erfolge zu nichte machen; so kann man jedoch dasjenige, was geschehen sollte, zu erkennen geben, indem wir bey nahe zeigen, was es sey. Wir werden sorgfältig bemerken, was sich fremdes unter die Erfahrungen einmischen möchte, und das übrige wird uns dasjenige hinlänglich vorstellen, was wir eben jetzt vorgetragen haben.

Erster

Erster Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 107. Die Maschine, welche durch die 1. Fig. Taf. *XVII.* vorgestellet wird, muß auf solche Art gestellet werden, daß ihr Fuß auf einer wagrechten Fläche stehe; *A B* ist eine kleine Kufe, welche ohngefähr einen Zoll tief ist; man füllet sie mit Thon aus, darunter man so viel zarten Sand gemenget hat, daß er recht biegsam werde, ohne jedoch zu zähe zu seyn. Diese Kufe kann um einen Zapfen herum gedrehet werden, welcher sich in *A* befindet, und wird vermittelst eines Häftes und einer in *B* angebrachten Schraube in einem beliebigen Grad der schiefen Lage erhalten. *C* ist ein küpfern Röhrgen, das an einem mit einer Feder versehenen Schieber befestiget worden, der in einem durchbrochnen Falz hin und her rutschet; welcher in dem Arme des Galgens angebracht worden, wodurch man eine Bleykugel von gleichem Caliber herab fallen lässet.

Erfolg.

Wenn man die Bleykugel durch das Röhrgen *C* herab fallen lässet, es mag nun senkrecht auf die Oberfläche der kleinen Kufe geschehen, oder es mag diese Kufe sich ihrem Fall schräg darstellen, so wird ein Eindruck auf den weichen Thon gemacht, und die Kugel verliert daselbst ihre völlige Bewegung.

Erklärung.

Als die Kugel beym Herabfallen den weichen Thon zu berühren anfieng, so hatte sie eine gewisse Grösse der Bewegung; mit dem Verlust dieser Bewegung hat sie einen Theil der biegsamen Materie von ihrer Stelle verrückt. Sie hat also aufhören müssen sich zu bewegen, wenn diejenigen Theile, welche sie bey ihrer Richtung in der Ruhe angetroffen hat, so weit sind fortgetrieben worden, als es der Inhalt ihrer Kraft erfoderte; sie hat auch ihre Bewegung nicht eher verlieren dürfen, weil ein Körper, der in Bewegung ist, nur durch eine Hinderniß zur Ruhe gebracht werden kann, deren Widerstand dem Inhalt seiner Kraft gleich ist.

Die Kugel mag senkrecht auf eine Fläche fallen, die nach dem Gesichtskreis sich neiget, wie bey einem der vorhergehenden Versuche, oder mag nach einer schrägen Linie auf eine wagrechte Fläche zu laufen, wie die *2. Fig.* Taf. *XVII.* es darstellet, so ist es schlechterdings einerley, so viel den daher entstehenden Erfolg anbetrift; und wofern die Fläche biegsam und ohne Schnellkraft ist, wie wir es voraus setzen, so muß sich die Bewegung der Kugel eben so wohl als in dem vorhergehenden Fall gänzlich aufopfern; denn die schiefe Richtung ändert an dem nichts, was wir in Ansehung des senkrechten Falles behauptet haben, sie möchte höchstens nur eine kleine Brechung veranlassen, darauf wir nicht achten, weil wir voraus setzen, daß die Einbiegung nicht sonderlich beträchtlich sey; sie hat aber von sich selbst gar nichts, wodurch der bewegliche Körper über die Fläche, die er einmal berühret hat, zurück gebracht werden könnte.

Anwen-

Anwendung.

Die Körper ohne Schnellkraft, oder bey denen solche sehr unvollkommen ist, sind weit geschickter als andere zur Unterbrechung der gewaltsamen Kräfte, weil sie die Geschwindigkeit des beweglichen Körpers stufenweise hemmen, und denselben in Ruhe versetzen, indem sie erst mehr und hernach weniger nachgeben. Um dieses recht zu fassen, muß man bedenken, daß es keine Bewegung gebe, sie mag auch noch so schnell seyn als sie will, welche nicht eine gewisse eingeschränkte Zeit erfodere; wenn also der Körper M *Fig. 3.* Taf. *XVII.* durch die Linie D E herab fället, um mit ihrer Halbkugel sich in dem weichen Thon Platz zu machen, so muß man, obschon dieser Erfolg nach dem Urtheil unserer Sinnen in einem unzertheilten Augenblick vorzugehen scheint, dennoch die Zeit dieses Eindrucks ansehen, als ob sie in mehrere gleiche Augenblicke abgetheilt sey, binnen welchen der bewegliche Körper seine Kraft gegen die nachgebenden Theile anwendet. Es nimt jedoch diese Kraft alle Augenblicke ab, und wird nach solchen Grössen vermindert, welche mehr zunehmen als die Zeiten; denn im zweyten Augenblick sind der Widerstände mehr als in dem ersten, weil die tiefer eingedruckte Halbkugel dem weichen Thon eine grössere Oberfläche darreichet, die er zurück treiben muß; und die schon zusammen gedruckten Theile setzen sich ihrer Verrückung noch mehr entgegen. Man kann daher die drey Räume D F E als die Producte von drey gleichen Augenblicken ansehen, binnen welchen der Körper M alle seine Geschwindigkeit zugesetzt hat, da er die Linie D E durchwandert ist.

Alle Hindernisse, die auf solche Art nachgeben, theilen die Kraft des beweglichen Körpers, und hemmen, wie mehrmals geschiehet, eine Gewalt; welche jene gewiß überwältigen würde, wofern ihre Wirkung in einer kürzern Zeit zusammen vereiniget wäre. Würde wohl eine Trommel einem einzigen Schlage widerstehen, welcher so stark wäre als alle Trommelschläge zusammen genommen, die sie in einer Stunde mit den Klöppeln bekomt? Hält wohl ein eichen Bret eine Musquetenkugel auf, die ein mit Wolle ausgestopfter Sack ohnfehlbar entkräftet?

Aus einem ähnlichen Grunde komt es, daß man durch den Fall eines harten Körpers, den man mit der Hand auffängt, nicht verwundet wird, wenn nur die Hand einige Augenblicke lang nachgiebt, anstatt sich gegen denselben steif zu halten. Man würde Gefahr laufen das Seil zu zerreissen, wenn man ein Boot anhalten wollte, das der Strom eines Flusses mit fortziehet, wofern man nicht die Vorsicht brauchte, es nach und nach herbey zu ziehen, um die Gewalt stufenweise zu überwinden.

Zweyter Versuch.

Zubereitung.

S. VIII. Th. S. 109. Man bedienet sich zu diesem Versuch eben derselben Maschine, welche zu dem vorhergehenden gebraucht, und durch die 1. *Fig.* Taf *XVII.* vorgestellet worden; anstatt der kleinen Kufe voll weichen Thon stellet man ein recht abgeglättetes schwarzes Marmortäfelgen dahin, das ganz leicht mit Oel angestri-

gestrichen ist; und die Kugel, die man durch das kupferne Röhrgen fallen lässet, ist von Elfenbein.

Erfolg.

Wenn man die elfenbeinerne Kugel senkrecht auf den Marmor fallen lässet, so steiget sie nach Berührung der Fläche nach eben der Linie zurück, nach welcher sie im Herabfallen sich richtete, aber nicht so hoch als der Ort ist, wovon sie herunter gekommen, und man bemerket auf dem Täfelgen ein rundes Fleck, welches ohngefähr eine Linie im Durchmesser hält.

Erklärung.

Dasjenige, was bereits oben bey Festsetzung der Frage von der zurückprallenden Bewegung vorgetragen worden, ist hinlänglich zur Erklärung der Erfahrung, welche wir jetzt angeführt haben; das Fleck, das man auf dem Marmor erblicket, erweiset ganz richtig, daß bey dem Stoß eine Zusammendrückung der Theile bey einem von beyden Körpern vorgefallen sey, und wahrscheinlicher Weise auch bey beyden, wie wir bereits gezeigt haben, da wir von der Schnellkraft gehandelt, S. 113. und da man nach dem Versuch die Oberflächen wieder in eben demselben Zustand antrift, in welchem sie sich vor der Berührung befanden, so haben sie sich ausser Zweifel selbst wieder hergestellet, und wir haben gezeiget, daß diese Wiederherstellung, wofern sie vollkommen wäre, hinlänglich seyn würde, dem beweglichen Körper nach einer Gegenseite alle Bewegung wieder zu verschaffen, die er aufgewendet, als er seiner ersten

Richtung nachgegangen. Wofern dieser Erfolg nicht statt findet, so rühret es daher, weil der Widerstand der Luft sich von einer Seite dagegen setzet, und man Ursach zu glauben hat, daß das Elfenbein und der Marmor sich nicht mit eben der Geschwindigkeit wieder in ihren vorigen Stand setzen, mit welcher man sie zusammen drücken kann.

Anwendung.

Ein mit Schnellkraft versehener Körper, den man zusammen gedruckt hat, und der völlige Freyheit hat sich wieder aus einander zu dehnen, komt in seinen ersten Zustand nicht wieder zurück, als nach einer gewissen Anzahl von Schaukelungen, die man Schwankungen nennet und leicht wahrnehmen kann an einem stählernen Blech, an einer Claviersaite, an einem Zweig von einem Baume u. s. w. die man gebogen hat und sodann wieder von sich selbst zurück gehen lässet. Diese Bewegung, wodurch der elastische Körper ausser seinen Ruhepunct versetzet wird, rühret daher, weil der zusammen gedruckte Theil bey seiner Wiederherstellung eben den Grad der Geschwindigkeit wieder annimt, die er bey dem ersten Augenblick des Stosses von einer Gegenseite her empfangen hat, wie wir es S. 240. f. erkläret haben. Wir wollen z. B. eine Geigen- oder Claviersaite annehmen *Fig. 1. Taf. XVIII.* die zwischen zweenen festen Puncten G, H, gespannet wird, auf welche man einen derben Körper mit einer so starken Bewegung stossen lässet, die hinlänglich ist sie aus dem Punct I nach K zu treiben. Dieser Stoß verlängert die Saite; denn die Summe der beyden Längen G K und H K ist augenscheinlich grösser als G H. Wofern

sie

sie Freyheit hat sich wieder herzustellen, so wird ihre Schnellkraft den Punct K in I zurück treiben und alsdenn wird sie in der Richtung I L eine Geschwindigkeit bekommen, die derjenigen gleich ist, welche sie von dem Stoß anzunehmen genöthiget worden, um sich nach K zu ziehen. Diese Geschwindigkeit muß ihr Ziel erreichen, sie muß den Punct I gegen L fortbringen, biß sie durch hinlängliche Widerstände völlig gehemmet wird. Wenn aber die Saite in der Mitten also bewegt wird, so müssen die Theile, woraus sie bestehet, von beyden Seiten verlängert werden, und ihr Widerstand wird diese Bewegung je mehr und mehr schwächen; endlich wird sie gar aufhören, wenn alle Geschwindigkeit der Gegenwirkung aufgeopfert ist, und man siehet, daß, wofern die von K nach I zurück gekommene Saite noch eben den Grad der Geschwindigkeit hat, den sie durch den Stoß bekommen hatte, um sich nach K herab zu ziehen, die Linie I L der Linie I K gleich werden müsse. Wofern die Schnellkräfte vollkommen wären und ihre Schwankungen in einer nicht widerstehenden Zwischenmaterie geschähen, so würden dergleichen Bewegungen beständig seyn. Denn wenn die Saite vermöge ihrer Gegenwirkung bis nach L gelanget, so hat sie eben den Grad der Spannung, den sie besaß, als sie in dem Punct K zusammen gedruckt wurde; und folglich würde sie die nöthige Kraft haben, um bey der zweyten Schwankung wieder dahin zu gelangen. Man würde eben dieses auch von der dritten und einer Menge anderer behaupten können; indem aber die Gegenwirkung nie vollständig ist aus schon angezeigten Ursachen, so bekomt die zweyte Schwankung keine so weite Ausdehnung als die erste, und die dritte eine noch ge-

ringere als die zweyte, und diese Verminderungen veranlassen endlich, daß die Saite wieder in ihren ersten Zustand versetzet wird.

Ich habe eine Saite zum Beyspiel angenommen, damit ich diese Erklärung desto begreiflicher machen möchte; man muß jedoch sich vorstellen, daß eben dieses bey allen elastischen Körpern vorgehe, doch aber mit dem Unterschied des mehrern und des wenigern, nach der Gestalt und der Steife ihrer Theile. Also wird das Trommelfell wechselsweise eingebogen und ausgebogen; und die elfenbeinerne Kugel, die auf eine Marmortafel fällt, nimt ihre kugelförmige Gestalt nicht eher wieder an, als nachdem sie einige Zeitlang eine Ellipsoide gewesen ist, wovon der grosse Durchmesser zweymal eine abgiebt, nämlich in wagrechter und in senkrechter Lage *Fig.* 2. Taf. *XVIII.*

Besonders merkwürdig ist es, daß einerley Spannkraft alle ihre Schwankungen von gleicher Dauer machet, das ist, in gleichen Zeiten verrichtet, sie mögen klein oder groß seyn: und man hat auch Gelegenheit den Beweis davon zu sehen, wenn man die Maschine in Bewegung setzet (*) mit welcher wir die Reibungen ausgemessen haben. Denn wenn man die Schwankungen der Spiralfeder mit den Schaukelungen einer Secundenuhr vergleichet, so wird man mit leichter Mühe gewahr werden, daß die erste und dreysigste in merklich gleichen Zeiten geschehen.

Es ist ferner anzumerken, daß die gespannten Federn sich mit desto grösserer Geschwindigkeit wieder herstellen, je mehrere Gewalt man bey ihrer Spannung hat anwenden müssen; wenn daher zwey Bleche überein

(*) S. die III. Vorles. Fig. 3. Taf. XII.

ein elastisch wären, eines von beyden aber nicht so biegsam als das andere, so würde es zwar kürzere aber zugleich öftere Schwankungen machen, wie wir solches bey der Abhandlung vom Schall zeigen werden.

Dritter Versuch.

Zubereitung.

S. VIII Th. S. 109. Man nimt zu diesem Versuch diejenige Maschine, die man bey dem Vorhergehenden gebraucht hat *Fig. 1.* Taf. *XVII*; anstatt aber das Marmortäfelgen in seiner wagrechten Stellung liegen zu lassen, stellet man es abhängig wie die Linie A D, und schiebet das Röhrgen C in seinem Falz dergestalt fort, daß es gerade über den Punct E zu stehen komme.

Erfolg.

Wofern die elfenbeinerne Kugel in der Linie N E auf das Marmortäfelgen herab fällt, so begiebt sie sich durch E F, um sich in eine an dem Stück G angebrachte Oefnung hinein zu legen, deren Weite ihrem Durchmesser gleich ist; man kann auch auf dem Marmortäfelgen ein Fleck wahrnehmen, das nicht vollkommen rund ist, wie bey dem vorhergehenden Versuch, sondern ein wenig länglicht rund und eine solche Lage hat, daß sich sein grosser Durchmesser in der Absprungsfläche befindet.

Erklä-

Erklärung.

Wir haben die Ursachen der zurückprallenden Bewegung hinlänglich erkläret, und der Versuch zeiget, daß der Absprungswinkel A E F beynahe dem Einfallswinkel H E D gleich sey. Ich brauche mich daher nicht so wohl dabey aufzuhalten, daß ich die Gleichheit der Winkel darthue, als vielmehr zu zeigen, warum der Absprungswinkel dem andern in der Erfahrung nicht aufs genaueste gleich sey. Drey Ursachen sind dazu beförderlich, daß er kleiner wird: 1) die anstossende Kugel und die ihn zurück stossende Fläche haben keine vollkommene Schnellkraft; mithin ist die Gegenwirkung nicht vollkommen: 2) die Luft, welche der bewegliche Körper zertheilen muß, wenn er aus E nach F kommen soll, hält seine Geschwindigkeit in etwas auf; er bleibet also länger unter Weges, als er wohl sollte, und diese Verzögerung veranlasset, daß eine dritte Ursach freyer wirken kann; 3) die Schwere wirket auf die elfenbeinerne Kugel so lange, als sie durch E F fortgehet, und ziehet sie herabwärts. Anstatt nun daß sie eine recht gerade Linie beschreiben sollte, so komt sie durch eine krumme nach G, deren äusserstes Ende etwas niedriger ist als die Richtung ihrer abspringenden Bewegung.

Wenn aber in dem natürlichen Zustande die Gleichheit der Winkel nie statt hat, so wird man dieser Hindernisse ohnerachtet gleichwohl gewahr, daß es nichts desto weniger eine in der Natur festgesetzte Regel sey, die sich auf durchgängig angenommene Gesetze gründet.

Das kleine länglicht runde Fleck, so man nach dem Berühren auf dem Marmor erblicket, ist ein Beweis, daß die Kugel, welche schief auf eine Hinderniß stösset, sich

sich nach einer krummen Linie darauf eindrücke, wie wir es auf der 242. f. S. erinnert haben, und daß sie nach diesem Eindruck in einer gleichen Linie wieder heraus rücke, und so wird der grosse Durchmesser *Fig. 3.* Taf. *XVI.* durch die Linie p i vorgestellet.

Anwendung.

Das Billard und Ballspiel gründen sich fast einzig und allein auf die oben festgesetzte und bewiesene Regel; bey dem erstern treibet man öfters einen kugelförmigen beweglichen Körper gegen eine Fläche nach einer schrägen oder senkrechten Richtung; bey dem andern hält man die Fläche selbst unter verschiedenen Graden der Abhängigkeit dem beweglichen Körper dar, und das Hauptwerk komt darauf an, daß man die zurückprallende Bewegung aus dem Einfallswinkel recht zu schätzen wisse.

Wenn eine wagrecht abgeschoßne Stückkugel anfängt die Erde zu berühren, so springt sie verschiedene mal wieder über sich, und man bemerket auf dem Erdboden Streifen, die länger als tief sind. Dieses rühret daher, weil sich die Kugel senket und wieder erhebet, eben so wie die bey unserm Versuch, so daß sie sich nach zwoen krummen Linien richtet, welche sich am äussersten Ende des Eindrucks, allwo die Zurückprallung entstehet, mit einander vereinigen. Da auch ihre Geschwindigkeit von oben herab weit geringer ist als ihre wagrechte Bewegung, so gehet sie in der Zeit, da sie sich ein wenig niederwärts senket, eine ziemliche Strecke fort, und daher komt der grosse Unterschied, den man bey diesen beyden Maassen bemerket, wenn man die obgedachten Streifen untersuchet.

Dritter Abschnitt.

Von der Mittheilung der Bewegung bey dem Anstoß der Körper.

Obschon die derben Hindernisse, welche die in Bewegung stehende Körper aufhalten oder zurück stossen, ihre Erfolge nicht anders äussern als vermöge der Bewegung, welche ihnen durch den beweglichen Körper mitgetheilet wird, und diese Mittheilung nach denen Regeln geschiehet, die wir in diesem Abschnitt festsetzen müssen; so haben wir doch dafür gehalten, daß von dieser Wirkung der Körper besonders zu handeln nöthig sey, wenn sie in denen Fällen betrachtet wird, wo die angestoßne Masse einige Merkmaale des erlittenen Stosses durch eine merkliche Verrückung ihres Umfanges wahrnehmen lässet; das ist, nachdem wir dasjenige vorgetragen haben, was einem beweglichen Körper begegnet so wohl in Ansehung seiner Geschwindigkeit als seiner Richtung von Seiten einer unbeweglichen oder als unbeweglich angesehenen Hinderniß, so wollen wir uns zur Untersuchung derer Veränderungen wenden, deren beyde, nämlich die Geschwindigkeit und die Richtung fähig sind, wenn die Hinderniß durch einen Stoß verrückt ist oder verrückt werden kann. Und von dem einfachern zu dem mehr zusammen gesetzten fortzugehen, wollen wir erstlich die Erfolge des Schlages bey den weichen Körpern, wo die Gegenwirkung nicht statt hat, in Betrachtung ziehen, um nachher uns zu dem Stoß der mit Spannkraft versehenen Körper zu wenden.

Um unsere Theorie einfacher und begreiflicher zu machen, nehmen wir jederzeit an 1) daß die anstossenden Körper eine vollkommene Schnellkraft haben oder gar keine; 2) daß ihre Bewegung in einer Zwischenmaterie ohne Widerstand und ohne Reibungen geschehe, dergestalt, daß die Lehre, die wir vorzutragen beginnen, falsch seyn würde, wofern die Erfahrungen, die sie anzeigt, genau durch den Versuch vorgestellet würden, weil die Hindernisse, die wir in Gedanken davon absondern, nothwendig auch einen Antheil an den Folgen haben. Also dürfen unsere Beweise nur in so fern als richtig angesehen werden, wenn dieselben etwas weniger darzustellen scheinen als dasjenige, was man davon erwartet haben mag. Wofern z. B. der Körper A, indem er an den Körper B stösset *Fig. 3.* Taf. *XVIII.* allen möglichen Eindruck auf ihn machte, vermöge derjenigen Bewegung, die er hat, wenn er aus dem Punct a sich weg begiebt; so würde er mehr gethan haben, weil er auch die Reibungen, den Widerstand der Zwischenmaterie u. s. w. überwunden haben würde. Er wird also gegen den Körper B, der seine letzte Hinderniß ist, nur das übrige von seiner Kraft anwenden, nachdem er die andern überwunden hat; und wenn man nicht zugleich auf dasjenige mit siehet, was er bey der Ueberwältigung dieser Hindernisse verloren haben mag, so darf man sich nicht versprechen, daß der Erfolg vollständig seyn werde, wenn der Stoß in b angebracht wird.

Hier betrachten wir nur den geraden Stoß, das ist, den von zweenen Körpern, deren Mittelpuncte der Schwere sich in der Richtung ihrer Bewegungen befinden, wie bey der *3. Fig.* Taf. *XVIII.* und zu desto

leichterer Ausführung wollen wir alle unsere Versuche mit kugelförmigen Körpern machen, die wir an sehr zarten Fäden aufhängen werden *Fig.* 2. Taf. *XIX.* damit wir die Reibungen und den Widerstand der Luft, so viel als möglich, vermindern: und weil wir öfters den Grad der Geschwindigkeit dieser kleinen Kugeln zu wissen nöthig haben, so werden wir selbige an festen Puncten aufhängen, um welche herum sie Kreisbögen beschreiben können, welche durch Grade sich ausmessen lassen *Fig.* 3. Taf. *XIX.* Das, was wir im folgenden in Ansehung der Schwere vortragen werden, wird zugleich lehren, wie man vermittelst der Grösse dieser Bögen die Geschwindigkeit derer Körper, welche solche beschreiben, einrichten könne. Dieses Verfahren haben verschiedene geschickte Naturkündiger und vornemlich Herr **Mariotte** glücklich beobachtet. Die Maschine, deren ich mich bediene, und die durch die 1. *Fig.* Taf. *XIX.* vorgestellet wird, ist keine andere als die Seinige, die ich nur zu mehrern Gebrauch bequemer eingerichtet habe.

Ehe noch zween Körper an einander stossen, so befindet sich zwischen denselben ein Raum, der von einem von beyden entweder völlig, oder theils von einem und theils von dem andern durchwandert werden muß: sonst würde kein Stoß geschehen. Dieser Raum kan nur in einer gewissen Zeit durchwandert werden, und die Dauer von dieser Zeit giebt das Maß ab von der **Geschwindigkeit** dieser beyden Körper **gegen einander**; das ist, die Geschwindigkeit, nach welcher die Entfernung abnimt, es mag nun einer von beyden in Ruhe bleiben, oder sie mögen beyde nach einerley Seite oder nach den Gegenseiten, überein, oder einer geschwin-

der

der als der andere, sich bewegen, dergestalt, daß wenn zween Körper A, B, *Fig. 3. Taf. XVIII.* die 4 Schuh von einander entfernt sind, innerhalb einer Secunde zusammen kommen, so ist die **Geschwindigkeit gegen einander** einerley, es mag nun B den ganzen Raum allein durchwandern, oder es mag ihm A bey dem zweyten oder dritten Schuh u. s. w. entgegen kommen, wenn nur die Bewegung, die sie näher zusammen bringet, innerhalb einer Secunde geschiehet. Man muß demnach diese Geschwindigkeit gegen einander oder die gegenseitige nicht mit der unumschränkten Geschwindigkeit oder mit derjenigen, die jedem beweglichen Körper eigen ist, vermengen; denn man siehet aus diesem Beyspiel, daß diese in gewissen Fällen anders werden kann, wo die andere sich nicht ändert.

Wenn die gegenseitige Geschwindigkeit angegeben worden, so muß man ferner die Massen in Betrachtung ziehen; denn der angestossene Körper setzet dem anstossenden Körper seine Trägheitskraft entgegen, und wir haben anderwärts gesehen, daß diese Art von Widerstand durch die Grösse der unter einerley Umfang enthaltenen und mit einander verbundenen Materie ausgemessen werde. Daher muß man gewärtig seyn, daß eine grosse Masse bey dem Stoß weniger Geschwindigkeit bekommen werde als eine kleinere; und damit einerley Körper mehr Bewegung annehmen möge, so müßte man auch dem beweglichen Körper, der dieselbe mittheilen soll, mehrere verschaffen, dieweil die Trägheitskraft nicht nur der Bewegung überhaupt widerstehet, sondern auch einer grössern, wie wir solches anderwärts bewiesen haben.

Wenn wir von der Bewegung überhaupt geredet haben, so haben wir uns mit Fleiß enthalten, die Beschaffenheit von dieser Art des Daseyns oder die Modification desselben zu untersuchen, weil dergleichen Fragen mehr zur Metaphysik als in die experimental Physik gehören. Aus eben dem Grunde werden wir uns nicht aufhalten bey der Untersuchung, wie die Geschwindigkeit aus einem Körper zum andern gelange. Wir werden uns blos auf Erfahrungen einschränken, die bestätiget werden können; und indem wir die allgemeinste Fälle durchgehen, so werden wir durch Beyhülfe der Erfahrung gewisse Sätze festsetzen, die man als Grundlehren oder als Gesetze ansehen kann, aus welchen man andere weitläufigere Erfolge als so viele Schlüsse herleiten kann.

Erste Abtheilung.

Von dem Stoß der Körper, die keine Schnellkraft besitzen.

Erster Satz.

Wenn ein Körper, der sich in der Ruhe befindet, durch einen andern angestossen wird, so muß sich die Geschwindigkeit des anstossenden Körpers nach dem Verhältniß der Massen unter beyde theilen.

Dieß heiset so viel, daß nach dem Stosse beyde Körper fortfahren sich nach der Richtung des anstossenden Körpers zu bewegen, und daß, wenn die Geschwindigkeit

digkeit dieses letztern durch den Widerstand des andern vermindert worden ist, das übrige, welches beyden gemein ist, um so viel geringer seyn müsse, je mehr Masse der angestoßne Körper hat.

Wenn also der in Ruhe befindliche Körper durch eine Masse, die der Seinigen gleich ist, angestossen worden, so wird die Geschwindigkeit nach dem Stoß bis zur Hälfte vermindert werden.

Es werden demnach die beyden Drittheile der Geschwindigkeit übrig bleiben, wofern der anstossende Körper noch einmal so groß ist als der andere.

Wofern der angestossene Körper noch einmal so viel Masse hat, so wird die Geschwindigkeit nach dem Stoß nur den dritten Theil von dem ausmachen, was er vorher besaß: wir wollen nun über diese drey Fälle Versuche anstellen.

Erster Versuch.

Zubereitung.

§. VIII. Th. S. 110. Wenn die Maschine, welche durch die 1. *Fig.* Taf. *XIX.* vorgestellet wird, auf solche Weise gestellet worden ist, daß das Senkbley mit der Linie A B gleisförmig stehet; daß die beyden aufgehängten Fäden, C D, E F, die Mittelpuncte der beyden Kugeln aus weichern Thon, deren jede 2. Unzen wieget, in einerley Linie und Höhe halten, und dergestalt, daß, wenn sie sich in Ruhe befinden, ihre Oberflächen einander in einem Punct berühren; daß die erste Abtheilung in Grade eines jeden von beyden beweglichen Linialen G, H, sich gegen

gen einem jeden Faden gegen über befinde, und daß endlich der kleine Läufer oder Zeiger L ein wenig vor der Abtheilung des dritten Grads des Linials G, und der andere Zeiger M dem sechsten Grad des zweyten Linials gegen über gerücket sey.

Erfolg.

Wenn die Kugel F nach M geführet und ihrem eignen Gewichte überlassen worden, und die andere Kugel D anstösset, alsdenn drücken beyde einander an dem Ort des Berührens platt, und nach dem Stoß bewegen sich beyde nach einerley Seite, und der Faden, woran die Kugel D hänget, beginnet den Zeiger L zu berühren.

Erklärung.

Wenn die Kugel F durch einen Bogen von 6. abgetheilten Graden herabgefallen ist, so wird sie, wofern sie keine Hindernisse anträf, auf der entgegen gesetzten Seite durch einen dergleichen Bogen wieder aufwärts steigen. Man kann dessen gewiß werden, wenn man die Kugel D aus dem Wege thut, und wir werden den Grund davon angeben, wenn wir die Erscheinungen der Schwere erklären. Wenn sie demnach aus dem Punct M komt und sich in F befindet, so ist ihre Bewegung alsdann so beschaffen, daß sie ihre Masse von 2 Unzen in einem Bogen von sechs Graden empor heben kann. Eine Kraft, die eine Masse von zwoen Unzen sechs Grad weit in einer gegebenen Zeit forttreiben kann, kann jedoch in gleicher Zeit eine doppelte Masse nur halb so weit treiben. Wenn nun die Ku-

ge

gel F der Kugel D aufstößt, welche ihr nicht verstattet weiter zu gehen ohne sie mit sich zu nehmen, so ist dieß eine Geschwindigkeit von 6 Graden, die an eine Masse von 4 Unzen angewendet wird, und beyde müssen mit einander aufhören sich zu bewegen, nachdem sie nur drey Grade durchgegangen sind, wie der Versuch es zeiget.

Zur Zeit des Stosses werden beyde Kugeln platt gedruckt, und in dem gegenwärtigen Fall ist diese Quetschung von beyden Seiten überein; diese beyden Erscheinungen verdienen bemerkt und erkläret zu werden.

Wir haben bereits erinnert, daß in der Natur nichts mit der größten Genauigkeit noch durch einen Sprung geschehe, und daß die geschwindesten Erfolge, die unsern Sinnen augenblicklich zu geschehen scheinen, nie anders als in einer gewissen umschränkten Zeit entstehen, das ist, in einer Zeit, deren Dauer die kürzeste doch nicht ist, die man sich einbilden kann. Wenn die beyden Kugeln sich einander zu berühren anfangen, so haben die am weitesten vorgerückten Theile der anstossenden Kugel bereits einen Theil ihrer Geschwindigkeit verloren, da der Mittelpunct und die entferntesten Theile die ihrige noch völlig haben; es muß daher diese gehemmte Masse erst nach einigen, obgleich sehr kurzen Augenblicken eine in allen ihren Theilen überein verzögerte Geschwindigkeit erhalten. Wofern jedoch unter den Theilen eines Körpers sich einige geschwinder bewegen als die andere, so muß ihre Stellung gegen einander, oder (welches eben so viel ist) die Gestalt des Körpers verändert werden. Die Quetschung der Kugel F ist also ein Erfolg und ein Beweis ihrer nach und nach in verschiedenen Zeiten verzögerten Geschwindigkeit.

Man muß von der angestoßnen Kugel eben dieses behaupten: sie wird in eben demselben Augenblick nicht ganz aus ihrem Ruhestande mit drey Grad Geschwindigkeit versetzet; die dem Stoß unmittelbar ausgesetzten Theile bewegen sich sowohl eher als auch geschwinder als der Mittelpunct und die hintere Halbkugel; und diese allmäligen Verrückungen geben Anlaß zu einer Einbiegung der Materie, welche die Gestalt verändert. Es werden aber diese Quetschungen bey beyden Kugeln durch die Trägheitskraft verursachet, welche sich der Veränderung des Zustandes einer jeden widersetzet; und diese Trägheitskraft ist der Masse gleich: also müssen auch bey dem Stoß beyder Körper, deren Gewichte gleich und von einerley Materie sind, die Quetschungen von beyden Seiten überein geschehen.

Zweyter Versuch.

Zubereitung.

Man macht die Kugel D von 4 Unzen, die Kugel F von 2 Unzen; man lässet die erstere in Ruhe und giebt der andern 6 Grad Geschwindigkeit, da übrigens alles bey der im vorhergehenden Versuch gemachten Einrichtung bleibt.

Erfolg.

Nach dem Stoß fahren die beyden Kugeln fort einander zu berühren, und wandern zween Grade mit einander durch; und die beyderseitige Quetschung ist grösser als in dem vorhergehenden Fall.

Erklä-

Erklärung.

Die Kugel F bekomt bey Herabsteigung durch 6 Abtheilungen in Grade 6 Grad Geschwindigkeit, das ist, sie kann ihr eigen Gewicht durch einen Raum von 6 Abtheilungen in Grade nach der Gegenseite treiben. Wenn aber dieses Gewicht um zween Drittheile drüber durch die entgegen kommende Kugel D vermehret wird, die sie mit sich fortnimt, so ist ihre Kraft nicht mehr hinlänglich als nur für einen Drittheil des Raums, den sie zurück gelegt haben würde, wofern sich ihrem Fortgang nichts widersetzt hätte.

Was die Quetschung anbelangt; so muß sie um so viel grösser seyn, je länger der angestossene Körper seiner Verrückung widerstanden hat; weil, wie wir bereits erinnert haben, eben dieser Widerstand die Gleichheit der Geschwindigkeit in den Theilen einer jeden Kugel unterbricht: nun aber widerstehet im gegenwärtigen Fall die Kugel D doppelt so stark als eine Kugel von 2 Unzen. Demnach hat die Einbiegung einer größern Anzahl von Theilen statt haben können.

Dritter Versuch.

Zubereitung.

Bey diesem Versuch verfähret man eben also wie bey den beyden andern; nur dieß ausgenommen, daß man der Kugel D, welche sich in Ruhe befindet, zwo Unzen Masse giebt, und der Kugel F vier Unzen, die man mit 6 Grad Geschwindigkeit sich bewegen lässet.

Erfolg.

Erfolg.

Beyde nach dem Stoß vereinigte Kugeln durchwandern vier Abtheilungen von Graden, und die Quetschungen sind nicht so stark als in den beyden vorigen Fällen.

Erklärung.

Dasjenige, was wir zur Erklärung der beyden vorhergehenden Versuche vorgetragen haben, ist hinlänglich, um auch von diesem Grund anzugeben. Man muß die beyden Kugeln allezeit nach dem Stoß betrachten, als ob sie nur eine Masse ausmachten; und man muß auch bedenken, daß 6 Grad von einer Kraft, welche eine Masse von 4 Unzen in einem Raum von 6 Abtheilungen in Grade forttreiben könnten, eine Masse von 6 Unzen nicht auch so weit zu treiben vermögend sind. Wofern der Widerstand von 4 Unzen alle Kraft nach Durchlaufung dieses Raums benehmen sollte, so muß ein Drittheil Zusatz zum Gewichte auch den dritten Theil des Raums vermindern, und folglich könnte die Kugel F anstatt 6 Abtheilungen der Grade, welche sie allein und ohne Hinderniß zurück gelegt haben würde, deren nur 4 zurück legen, wenn sie mit der Kugel D vereiniget ist, die sie in Bewegung gesetzt hat.

Da aber die Kugel D, welche nicht mehr als zwo Unzen wiegt, weniger Widerstand gethan hat, als wenn sie deren viere oder dreye wöge, so hat sie dem Eindruck ihrer Theile auch weniger Platz gegeben, und hinwiederum hat sie auch die vordern Theile der Kugel F weniger zurück gehalten. Denn man begreift leicht, daß, wenn sie auf einmal und in einem untheilbaren

Augen-

Augenblick, alle Geschwindigkeit, die ihr mitgetheilt werden muß, annähme, so würde weder von der einen noch von der andern Seite ein platter Eindruck erfolgen, weil sie in dem Augenblick der Berührung vor der Kugel F mit einer Geschwindigkeit herfliehen würde, die der Geschwindigkeit des anstossenden Körpers gleich wäre, welches denn verursachen würde, daß sie ihrer Wirksamkeit entginge.

Anwendung.

Weil bey dem Stoß, wo einer von den beyden Körpern sich in Ruhe befindet, die Geschwindigkeit des anstossenden Körpers je mehr vermindert wird, je kleiner die Masse des angestossenen Körpers ist, so muß man daraus diese Folge ziehen, daß die Bewegung nach dem Stoß unmerklich seyn müsse, wofern derjenige, welcher sich in Ruhe befindet, unendlich kleiner ist, als derjenige, welcher ihn anzustossen beginnet; und ohne Zweifel scheinet aus dem Grunde eine Stück-Kugel alle ihre Bewegung verloren zu haben, wenn man sie gegen einen Wall oder gegen einen dicken Thurm abgeschossen hat; denn die Geschwindigkeit, die ihm nach dem Stoß noch übrig bleibt, verhält sich zu derjenigen, die sie mitgetheilet hat, wie ihre Masse zu der Masse der Hinderniß, die sie angestossen hat, das ist, wie eine unendlich kleine Grösse zu einer unendlich grossen.

Aus eben diesem Grundsatz komt es her, daß man sagt, die stärkste Masse wird allezeit (obgleich nur unendlich wenig) durch den Stoß des kleinsten Körpers verrücket. Ich sehe jedoch nicht, wie man verbunden sey, diesen Satz als eine nothwendige Folge aus dem festgesetzten Gesetz anzunehmen, man müßte denn voraus

aus setzen, als sey der angestossene Körper schlechterdings unbiegsam; außer dem aber, wofern er so groß ist, als man sich es einbilden kann, wird sein Widerstand dauerhaft genug seyn, um alle merkliche Geschwindigkeit des beweglichen Körpers vermittelst der durch den Stoß veranlaßten Einbiegung der Theile aufzuheben.

Die bisher angeführten Versuche belehren uns auch, warum überhaupt alle Körper eher bersten oder ihre Gestalt verlieren, wenn sie gegen unbewegliche Hindernisse anstossen, als wenn sie bewegliche antreffen. Ein Boot scheitert an einem Felsen, welches hingegen nicht erfolget, wenn es gegen ein anders, das es in der Ruhe antrift, anstösset. Dieß rühret daher, weil, da der Fels der Bewegung des Boots nur ein wenig oder gar nicht nachgiebt, die Theile dieses letztern, welche den Stoß anfangen, ihre Geschwindigkeit schon verloren haben, da hingegen die andern ihre noch ganz haben. Es gehet daher eine Veränderung der Gestalt vor, die Theile werden zusammen gezwängt und zerbrechen, wofern der Stoß heftig genug ist: da hingegen, wenn das Boot einem schwimmenden Körper aufstösset, der seinem Stosse nachgiebt, so werden die dem Stoß ausgesetzten Theile nicht gänzlich zurück gehalten, und die andern werden eben so wie diese nur nach und nach gehemmet.

Die Handwerksleute, welche mit dem Hammer arbeiten, sagen, der Schlag treffe nicht, wenn die Materie, die sie bearbeiten, ihm entwischet, entweder weil sie nicht hinlänglich unterstützet ist, oder weil das Werkzeug nicht recht geführet wird: und der Schmied beschweret sich mit Recht über einen gar zu leichten Ambos

bos, oder der auf keinen sonderlich festen Boden gestellet ist; denn indem alsdann das Eisen, welches er unter der Arbeit hat, mit seinem Unterstützungspunct nachgiebt, so erhält der Schlag nicht seine völlige Wirkung, wie er haben würde, wenn der Amboß unbeweglicher wäre, und die Seite des Eisens, welche ihn berühret, während daß der Hammer auf die andere schlägt, in einer völligen Ruhe erhielt.

Das Maillenspiel hat so viel Gleichheit mit unserm ersten Satz von dem Stoß der Körper und mit den Versuchen, die wir zum Erweis desselben beygebracht haben, daß es fast unnöthig ist davon allhier eine Anwendung zu machen. So wenig als man auch darauf Aufmerksamkeit wendet, so wird man doch bald einsehen, worauf die Verhältnisse gegründet sind, die man zwischen dem Kolben und der Kugel beobachten muß; wie jener vermittelst eines langen Stiels von dem Spieler eine sehr große Geschwindigkeit erhält; warum, und in welchem Verhältniß ein Theil dieser Geschwindigkeit dem andern mitgetheilet worden u. s. w.

Zweyter Satz.

Wenn zween Körper, die sich mit ungleicher Geschwindigkeit nach einerley Seite bewegen, an einander anstoßen, es mögen nun ihre Massen gleich seyn oder nicht, so fahren sie fort sich mit einander und nach ihrer ersten Richtung zu bewegen mit einer gemeinschaftlichen Geschwindigkeit, die nicht so groß ist als des anstossenden Körpers seine, aber grösser als des angestoßnen Körpers seine vor dem Stoß.

So bald als man annimt, als ob sich die beyden Körper nach einerley Seite bewegen, so muß nothwendig derjenige, welcher vorausgehet, langsamer fortgehen, als der andere, wenn er angestossen werden soll; denn wofern sie beyde mit gleicher Geschwindigkeit fortgingen, so ist offenbar, daß sie nicht an einander kommen werden; und folglich würde kein Stoß vorgehen. Wenn der Körper, welcher die mehreste Geschwindigkeit hat, dem langsamern aufstößt, so verursachet die Langsamkeit des einen dem andern Hinderniß; aber diese Hinderniß ist beweglich, und man muß den Ueberschuß des anstossenden Körpers nach dem Verhältniß seiner Masse vertheilen, wie wir solches weiter oben gezeigt haben. Die folgenden Versuche werden lehren, in was für einem Verhältniß die Geschwindigkeit bey einem verzögert und bey dem andern beschleuniget werde.

Erster Versuch.

Zubereitung.

Man muß die Kugeln D und F jede zwo Unzen schwer machen, und sie zu gleicher Zeit fallen lassen, eine durch einen Bogen von 3 Graden, und die andere durch einen Bogen von 6 Graden auf einerley Seite.

Erfolg.

Diese beyden Kugeln kommen an demjenigen Orte zusammen, allwo die Fäden, woran sie aufgehängt sind, senkrecht auf den Gesichtskreis aufstoßen; an beyden erfolgt ein platter Eindruck,

druck, worauf sie so dann fortfahren sich mit einander nach einerley Seite zu bewegen, und durch einen Bogen von fünftehalb Graden wieder aufwärts zu steigen.

Erklärung.

Die Kugel F, so 6 Grad eigene Geschwindigkeit gegen 3 besitzet, hat sich der Kugel D mit einer gegenseitigen Geschwindigkeit genähert, welche in 3 Grad als dem Ueberschuß von 6 über 3 bestehet. Wir werden an einem andern Ort anzeigen, warum, wenn ihre Bewegung in Bögen von einerley Kreis geschiehet, die jedoch einander nicht gleich sind, die beyden Kugeln genau an dem niedrigsten Orte ihres Falles auf einander stossen.

Was die Einbiegungen der Theile anbetrift, welche bey dem Stoß einander berühren, so müssen dieselben mit der gegenseitigen Geschwindigkeit in gleichem Verhältniß stehen, welche geringer ist als die unumschränkte oder eigene Geschwindigkeit der anstossenden Kugel in dem gegenwärtigen Fall, wo die angestoßne Kugel, die sich nach einerley Seite zu bewegt, zum Theil ihrer Kraft entwischet.

Endlich steigen die beyden Kugeln mit einander in einem Bogen von fünftehalb Grad wieder aufwärts, das ist, ihre gemeinschaftliche Geschwindigkeit ist in Vergleichung mit der Geschwindigkeit der Kugel F vor dem Fall um ein Viertheil vermindert worden; und dieses mußte man auch erwarten: denn der anstossende Körper, so 6 Grad Geschwindigkeit hat, und einem andern Körper von einer Masse, die der seinigen gleich ist, die deren nur drey besitzet, aufstösset, muß deren

eben so viel verlieren, als er dem andern mittheilen muß, um ihn in den Stand zu setzen, daß solcher eben so geschwind laufen könne als er selber: nun aber erfodert die Gleichheit der Massen, daß er ihm anderthalben mittheile, welches die Hälfte von 3 ist, als der Unterschied der beyden Geschwindigkeiten vor dem Stoß: wenn nun anderthalber Grad von 6 weggenommen und zu 3 gethan wird, so müssen sich fünftehalber in einem und eben so viel bey dem andern befinden.

Zweyter Versuch.

Zubereitung.

Dieser Versuch wird wie der erste angestellet mit dem Unterschied, daß die Kugel D 4 Unzen wiege, und die Kugel F 2 Unzen, so daß die Geschwindigkeiten in dem Verhältniß bleiben wie 3 zu 6.

Erfolg.

Nach dem Stoß fahren die beyden Kugeln fort sich mit einander zu bewegen; die platten Eindrücke sind größer als bey dem vorhergehenden Versuch, und der Bogen, den sie durchwandern, hält 4 Grad.

Erklärung.

Alles, was wir zur Erklärung des ersten Versuches beygebracht haben, ist auch zum Verstande des gegenwärtigen hinlänglich, und es komt hier nur darauf an, daß man eben die Gründe hierbey anwendet,

so

so daß man die gleichen Verhältnisse beybehält. Das Uebermaaß der Geschwindigkeit bey der Kugel F vor dem Stoß war 3, welches um zwey Drittheile hat vermindert werden müssen durch den Widerstand der Kugel D, deren Masse noch einmal so groß ist: also haben sich nach dem Stoß 4 Grad Geschwindigkeit finden müssen, weil von den 6, welche sich in dem anstossenden Körper befanden, nur 2 verloren gegangen sind, vermöge derjenigen Wirkung, welche die Geschwindigkeit in den beyden Kugeln einförmig gemacht hat.

Die platten Eindrücke sind größer gewesen als bey dem ersten Versuch; weil der Widerstand des angestoßenen Körpers stärker gewesen ist: man wird dieses alsbald einsehen, wenn man nur bedenket, daß die Kugel D, da sie 4 Unzen schwer war, einen Drittheil der Geschwindigkeit des anstossenden Körpers weggenommen hat, da sie hingegen, als sie nur 2 Unzen hatte, in dem vorherigen Fall nur den vierten Theil davon zugesetzt hat.

Dritter Versuch.

Zubereitung.

Man giebt der Kugel D zwo Unzen Masse, der Kugel F 4 Unzen, und bringet die Geschwindigkeiten in ein Verhältniß wie 6 zu 3.

Erfolg.

Die Kugel D wird nach dem Stoß durch die Kugel F mit fortgeführet, dergestalt, daß sie mit einander einen Bogen von 5 Graden durchwan-

dern; und die platten Eindrücke sind kleiner als bey den vorhergehenden Versuchen.

Erklärung.

Indem die Kugel F ihren Ueberschuß von Geschwindigkeit, welcher aus 3 bestehet, mit einer Masse theilet, die nur halb so groß ist als die ihrige, so behält sie die Zweydrittel davon; es müssen daher die beyden nach dem Stoß zusammen vereinigten Massen 6 Grad Geschwindigkeit vorstellen, weniger einen, den der Widerstand des angestoßnen Körpers hinweg genommen hat, ehe er eine Bewegung angenommen, die mit der Bewegung des anstossenden Körpers einförmig war.

Die platten Eindrücke sind nicht so groß als in den vorhergehenden Fällen, dieweil der Widerstand nicht so stark gewesen ist von Seiten des angestoßnen Körpers; denn 2 Unzen Masse widerstehen 4 Unzen weniger, als 4 Unzen zwoen, oder 2 gegen 2; wenn die Geschwindigkeiten allezeit in einerley Verhältniß bleiben.

Anwendung.

Man kann aus den Versuchen des zweyten Satzes leicht sehen, daß wenn zween Körper angestossen worden, deren einer geschwinder gehet als der andere in einerley Richtung, so verändern sich die Geschwindigkeiten, die geschickt sind einförmig zu werden, bey einem vom mehrern zum wenigern, und bey dem andern vom wenigern zum mehrern; weil die Geschwindigkeit des Körpers D allezeit vermehret worden, und des Körpers F seine hingegen allezeit einige Verminderung erlitten hat. Daher rühret es, daß ein Boot, welches dem Schlag der Ruder nachgiebt, eine Vermeh-

rung von Geschwindigkeit empfähet, indem es die Geschwindigkeit eines Umfanges von einer bewegten Luft hemmet, nach deren Richtung man dasselbe leitet; es gehet zwar nicht so geschwind fort als der Wind, jedoch ist seine Bewegung allezeit schneller, als wenn es nur vermöge der Kraft der Arme fortgetrieben würde.

Der schnelleste Flug, der hurtigste Lauf verhindert nicht, daß das Bley des Jägers das Stück Wild, das vor ihm hinfliehet, nicht treffen sollte; allein bey einer gleichen Entfernung ist der Schuß dennoch nicht so gewiß, als wenn das Thier im Lager sich befände, oder solchem entgegen käm: und man weiß, daß, wenn ein Hase, ein Reh u. s. w. von der Seite geschossen wird, er leichter getroffen werde, als wenn er vor dem Schuß hinfliehet. Eine von den anzugebenden Ursachen ist diese, weil alsdenn die gegenseitige Geschwindigkeit des Bleyes größer ist, indem sich das Thier in einer Richtung beweget, die es nur wenig oder gar nicht von dem Jäger entfernet, und in Ansehung dessen ist es gleichsam wie stillstehend zu achten. Wir haben aus den Versuchen des ersten Lehrsatzes ersehen, daß in dergleichen Fall der Stoß größer ist.

Dritter Lehrsatz.

Wofern die beyden Körper, die einander anstossen sollen, sich gerade von den Gegenseiten her bewegen, so wird die Bewegung so wohl in dem einen als in dem andern, oder wenigstens in einem von beyden aufhören: bleibet aber etwas nach dem Stoß davon noch übrig, so werden beyde Körper nach einer Seite zugehen; und die

Größe ihrer gemeinschaftlichen Bewegung wird dem Ueberschuß gleich seyn, den einer von beyden vor dem Stoß davon gehabt hat.

Dieses heißt so viel, in dem Fall, da die beyden Bewegungen vor dem Stoß gleich wären, würden die beyden beweglichen Körper in Ruhe versetzt werden. Und wofern einer von beyden vor der Berührung deren mehrere hätte, so würde nach dem Stoß nichts als die überflüßige Größe übrig bleiben, welche die gemeinschaftliche Bewegung der beyden Körper abgeben würde. Zween Versuche werden dieses völlig deutlich machen.

Erster Versuch.

Zubereitung.

Wenn die Kugel D 2 Unzen und die Kugel F eben so schwer wiegt, so erhebet man eine durch einen Bogen von 6 Graden auf der einen Seite empor, und die andere durch eben einen solchen Bogen auf der Gegenseite; und lässet sie zu gleicher Zeit fallen.

Erfolg.

Diese beyden Körper stossen einander auf an dem niedrigsten Orte ihres Falles, allwo sie stille stehen bleiben; und ihre platten Eindrücke sind größer als in denenjenigen Fällen, da die Kugel F durch einen dergleichen Bogen gegen D, die sich in Ruhe befindet, oder vor ihr her fliehet, herab gefallen ist.

Erklä-

Erklärung.

Bey diesem Versuch ist die Größe der Bewegung zu beyden Seiten gleich; denn vor dem Stoß zählet man bey jeder von den beyden Kugeln 6 Grad Geschwindigkeit, die mit 2 Unzen Masse multiplicirt werden. Zween Körper, die einander von den Gegenseiten her begegnen, widerstehen einander beyderseits; hier wird von beyden Seiten die Kraft oder der Gewalt durch einen gleichen Widerstand im Gleichgewicht erhalten, und dieses Gleichgewicht verursachet das Stillestehen in den beyden beweglichen Körpern.

Die Quetschungen sind grösser als bey den Versuchen der beyden ersten Lehrsätze, allwo wir dem anstossenden Körper allezeit 6 Grade Geschwindigkeit gegeben haben; man muß aber bedenken, daß bey diesem die gegenseitige Geschwindigkeit, wovon die Kraft des Stosses abhängt, noch einmal so stark oder mehr als noch einmal so stark ist. Denn da die Kugel D vor dem Stoß sich in Ruhe befand, so bestund die gegenseitige Geschwindigkeit der Kugel F blos in ihrer eigenen Geschwindigkeit, das ist in 6 oder in weniger als 6, wenn die Kugel D vor ihr her flohe; hier, da jede 6 Grad eigene Geschwindigkeit besitzet, wenn eine auf die andere losläuft, ist die gegenseitige Geschwindigkeit 12, das ist, der Raum, welcher sie vor dem Stoß von einander scheidet, wird in halb so viel Zeit durchwandert.

Zweyter Versuch.

Zubereitung.

Man lässet die beyden Kugeln D und F gegen einander bewegen, wie bey dem vorhergehenden Versuche, und man bringt ihre Grössen der Bewegung in das Verhältniß wie 12 zu 24, indem man die Masse oder die Geschwindigkeit der Kugel F verdoppelt.

Erfolg.

Die beyden Kugeln fahren fort sich nach dem Stoß in der Richtung der Kugel mit 2 Graden Geschwindigkeit zu bewegen, wenn man die Bewegung durch die Masse verdoppelt hat, oder mit 3, wenn es durch die Geschwindigkeit geschiehet.

Erklärung.

Wofern die 24 Grade Bewegung der Kugel F ihr durch die 4 Unzen Masse und 6 Grad Geschwindigkeit verschaffet werden; wenn sie der Kugel D aufstösset, so ihr mit 12 Grad Bewegung entgegen komt, die von 2 Unzen mit 6 Grad Geschwindigkeit multiplicirt erwachsen, so setzet sie ihre doppelte Masse und die Hälfte ihrer Geschwindigkeit entgegen um sie aufzuhalten, und dieses reichet auch hin; denn die 3 Grad Geschwindigkeit mit 4 Grad Masse multiplicirt, ist der Bewegung der Kugel D, die aus 12 Graden bestehet, gleich; es behält daher die Kugel F noch 3 Grad Geschwindigkeit übrig, mit denen sie fortfähret auf D zu wirken, die

man unmittelbar nach der Berührung als stillstehend ansehen muß. Sie kann jedoch einen stillstehenden Körper nicht anders bewegen als indem sie ihm Geschwindigkeit von der ihrigen mittheilet, und wir haben gesehen, daß diese Mittheilung nach der Verhältniß der Massen geschehe; da die Kugel D nur 2 Unzen Masse hat gegen 4, so verliert die Kugel F nur ein Drittheil von der ihr noch übrigen Geschwindigkeit; es bestehet also die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stoß aus 2 für zwo Massen, welche zusammen genommen 6 Unzen gleich sind.

Man siehet also 1) daß die nach dem Stoß übrig bleibende Bewegung dem Unterschied der beyden Grössen vor dem Stoß gleich sey; denn 12. ist der Ueberschuß von 24 über 12: 2) daß dieser Unterschied, der durch die Summe der Massen dividirt wird, die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stoß gebe; denn 12 mit 6 dividirt, als der Summe aus 2 und 4 Unzen, giebt 2 Grad Geschwindigkeit, wie der Versuch solches vorgestellet hat.

Man würde eben dieses finden, wofern man die Bewegung der Kugel F doppelt angenommen hätte, so daß man ihre eigene Geschwindigkeit verdoppelt. Denn, wenn sie die Kugel D aufhalten wollte, von der man voraussetzt, daß sie 12 Grad Bewegung habe und in der Masse gleich sey, so würde sie 6 Grad Geschwindigkeit verlieren; und um sie mit sich fortzuführen, müßte sie derselben noch 3 Grad von 6, die sie noch übrig hat, mittheilen. Nach dem Stoß würden also 3 Grad Geschwindigkeit übrig bleiben, die den 4 Unzen Masse gemeinschaftlich zugehören, als der Summe von zwoen

Kugeln, und folglich würde die Grösse der Bewegung allezeit 12 seyn als dem Unterschied zwischen 24 und 12.

Anwendung.

Diese leztern Versuche geben überhaupt zu erkennen, warum man mehr Kraft anwenden müsse einen beweglichen Körper nach einer Seite zu treiben, die seiner Bewegung entgegen stehet, als ihn nur blos aufzuhalten: denn man muß nicht blos eine Kraft anwenden, die der seinigen gleich ist, zur Ueberwältigung seiner ersten Bewegung; sondern man muß auch noch alle diejenige hinzuthun, welche zur Annehmung einer andern erfoderlich ist. Derowegen muß man mehr Kraft anwenden eine Kugel, die auf einer Ebene fortrollet, zurück zu treiben als sie stillstehend zu machen, so daß man sich ihrem Laufe entgegen stelle. Wir haben aber auch zu gleicher Zeit gesehen, daß die Kraft eines beweglichen Körpers, welcher einem andern entgegen komt, so wohl durch die Geschwindigkeit als durch die Masse zunehmen könne. Man darf sich daher nicht wundern, daß die Ballspieler bisweilen das Schlagnetz oder das Raquet zu schlaff befinden, weil, wenn man annimt, der Schlag sey mit gleicher Geschwindigkeit geschehen, dessen Erfolg nicht so groß seyn darf, wofern die Masse, mit welcher er fortgetrieben worden, schwächer ist.

Zugabe.

Aus den beyden erstern Lehrsätzen und Versuchen, die man zum Beweis derselben angewendet hat, folget 1) daß, wenn die Bewegungen einander nicht beyderseits entgegen gesetzt sind, die beyden nach dem Stoß vereinigten Massen eben die Geschwindigkeit der Bewegung

darstel-

darstellen, welche sich vor der Berührung in einer derselben oder in allen beyden befand. Wir wollen den ersten Versuch des ersten Satzes zum Beyspiel nehmen.

Vor dem Stoß befand sich die ganze Bewegung in der Kugel F und ihre Grösse bestund in 12, als dem Product aus 6 Graden Geschwindigkeit durch 2 Unzen Masse multiplicirt. Nach dem Stoß ist die Grösse der Bewegung in den beyden zusammen gekommenen Kugeln noch 12, als das Product von 4 Unzen Masse mit 3 Grad der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit multiplicirt. Man kann diese Rechnung leicht auf die andern Versuche anwenden, und man wird allezeit eben dieß heraus bringen.

Aus diesem erstern Schluß folgt noch ein anderer 2) der darinnen bestehet, daß, wenn man die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stoß weiß, man auch die Summe der Massen wissen könne; und hinwiederum wird auch die Summe der Massen die gemeinschaftliche Geschwindigkeit zu erkennen geben. Wir wollen den ersten Versuch des zweyten Lehrsatzes zum Beyspiel annehmen.

Die Summe der Bewegungen vor dem Stoß war 18, nämlich 12. als das Product von 2 Unzen mit 6 Grad Geschwindigkeit multiplicirt; und 6 als das Product von 2 Unzen mit 3 Grad Geschwindigkeit. Dem ersten Schluß zu Folge müssen die beyden Massen nach dem Stoß zusammen eine Grösse der Bewegung aufweisen, welche 18 gleich ist. Ich weiß, daß die ganze Masse 4 Unzen beträgt, ich dividire 18, als die Grösse der Bewegung, mit 4, als der Summe der Massen und bekomm $4\frac{1}{2}$ zur gemeinschaftlichen Masse.

Desgleichen weiß ich, daß die gemeinschaftliche Geschwin-

schwindigkeit $4\frac{1}{2}$ beträgt; ich erfahre also, daß die Summe der Massen 4 ist, indem ich 18 mit $4\frac{1}{2}$ dividire.

Endlich siehet man aus dem dritten Lehrsatz, 1) daß, wenn die Körper einander von den Gegenseiten her anstossen, ein Theil der Bewegung aufgehoben werde; 2) daß man eben also, wie in den andern Fällen, aus der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit nach dem Stoß und aus dem Verhältniß der Massen, schliessen kann, wie viel ihre eigenen Geschwindigkeiten vor dem Stoß betragen haben; oder auch aus der Vergleichung der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit mit den eigenen Geschwindigkeiten, wie sich die Massen gegen einander verhalten.

Zweyte Abtheilung.

Von dem Stoß der mit Schnellkraft begabten Körper.

Bey allen den Versuchen, die zum Beweis der angegebenen Lehrsätze von dem Stoß der Körper ohne Schnellkraft gedienet, haben wir allezeit zween Haupterfolge beobachtet, nämlich eine Mittheilung der Bewegung des anstossenden Körpers an den angestoßnen Körper, und eine Veränderung der Gestalt oder einen platten Eindruck an beyden Körpern an dem Orte der Berührung. Diese beyden Erfolge haben eine gemeinschaftliche Ursache, nämlich den Stoß; vermittelst dieser Wirkung gehet die Geschwindigkeit zu den Massen über und theilet sich unter beyde überein aus: währender dieser Vertheilung unter die beyden Körper verändern sich ihre Gestalten, und die daher entstehende Quetschung

schung rühret besonders von dem längern oder kürzern Widerstand des angestoßnen Körpers her: derowegen, wenn auch gleich die gegenseitige Geschwindigkeit allezeit überein wäre, so würde doch die Grösse der platten Eindrücke allezeit nach dem Verhältniß der einander anstossenden Massen verschieden seyn, wie man solches aus den vorhergehenden Versuchen hat wahrnehmen können.

Bey dem Stoß der elastischen Körper richtet sich die Natur allezeit nach eben denen Gesetzen, die sie sich vorgeschrieben hat, und die wir bey dem Stoß der Körper ohne Schnellkraft bemerket haben: da sich aber die durch den Stoß eingebogenen Theile mit eben der Geschwindigkeit wieder herstellen, mit welcher sie sind verrücket worden, so bringet dieser letztere Erfolg, der sich mit dem Erfolg der durch den Stoß mitgetheilten Bewegung verbindet, in den daraus fliessenden Schlußfolgen viel Veränderung zu Wege.

Man muß demnach zwo Arten von Bewegungen bey dem Stoß der elastischen Körper sorgfältig von einander unterscheiden, die eine, welche von der Schnellkraft nicht abhängt, welche wir die **ursprüngliche Bewegung** nennen wollen; die andere, welche aus der Gegenwirkung der bey dem Stoß platt gedruckten oder gequetschten Körper entstehet, die wir die **Bewegung der Schnellkraft**, die **abspringende** oder **abprallende Bewegung** oder schlechtweg die **Gegenwirkung** nennen wollen.

Erster Lehrsatz.

Wenn ein elastischer Körper einen andern gleichfalls elastischen, der sich in der Ruhe befindet,

det, oder sich nach einerley Seite mit ihm bewe-get, anstösset, so bewegt sich dieser nach dem Stoß in der Richtung des Körpers, der ihn angestos-sen, und mit einer Geschwindigkeit, die aus der-jenigen, welche er unmittelbar oder durch die Mittheilung empfangen hat, und aus derjeni-gen zusammen gesetzt ist, welche er vermittelst seiner Gegenwirkung nach dem Stoß erhält; und der anstossende Körper, dessen Schnell-kraft nach der Gegenseite zu wirket, verlieret das-jenige, was er von seiner ersten Geschwindigkeit beybehalten hatte, entweder ganz oder zum Theil: und wenn seine abprallende Bewegung das Ueberbleibsel seiner ersten Geschwindigkeit über-trift, so gehet er nach der Grösse dieses Ueber-schusses mehr oder weniger hinter sich.

Diese allgemeinen Ausdrücke werden besser verstan-den werden können, wenn wir Anwendungen davon machen. Wir nehmen also an, die Massen wären gleich; diesem ersten Lehrsatz zu Folge behaupte ich, daß derjenige von beyden Körpern, welcher sich in Ruhe be-fand, nach dem Stoß so wohl durch die Mittheilung als durch seine Gegenwirkung eine Grösse von Bewe-gung bekommen werde, die derjenigen gleich ist, welche der andere Körper vor dem Stoß hatte; und daß die-ser durch seine Schnellkraft zur Ruhe werde gebracht werden, welche das Uebrige von seiner ersten Geschwin-digkeit vernichten wird.

Wofern man die Massen als ungleich annimt und der angestoßne Körper der kleinste ist, so werden sie beyde nach dem Stoß in der Richtung des anstossenden

Körpers

Körpers fortgehen, dieser letztere aber wird weniger Geschwindigkeit bekommen als der andere.

Wofern endlich der angestoßne Körper mehr Masse hat als der andere, so wird er allein in der Richtung des anstossenden Körpers fortgehen und dieser wird hinter sich wieder zurück kehren.

Wir wollen diese drey vorausgesetzten Bedingungen durch eben so viele Versuche als wirklich darstellen, welche so wohl für unsern ersten Lehrsatz als für die daraus herzuleitende Folgerungen die Beweise abgeben sollen. Wir nehmen recht runde elfenbeinerne Kugeln dazu, die man wie die aus weicher Erde verfertigten an eben derselben Maschine mit Fäden aufhängt.

Erster Versuch.

Zubereitung.

Die stillstehende Kugel D wiegt 2 Unzen; die Kugel F die ihr gleich ist, fällt in einem Bogen von 6 Graden herab.

Erfolg.

Nach dem Stoß bleibt die Kugel F an dem Ort ihrer Berührung ruhig, und die Kugel D wandert durch einen Bogen von 6 Graden auf der Gegenseite fort; woraus erhellet, daß der angestossene Körper eine Geschwindigkeit erhalten habe, die des anstossenden Körpers seiner gleich ist.

Erklärung.

Da die Kugel F die Kugel D in der Ruhe angetroffen,

troffen, so hat sie ihr die Hälfte ihrer Geschwindigkeit wegen ihrer Gleichheit der Massen mitgetheilet, und sie hat aus eben dem Grunde 3 Grad beybehalten, damit sie nach eben derselben Richtung sich fortbewege. Also würde der völlige Erfolg dieses Stosses beschaffen seyn, wofern die Kugeln keine Schnellkraft besässen, wie man solches bey dem ersten Versuch der ersten Abtheilung wahrgenommen. Aber wegen der Schnellkraft stellet sich die gequetschte oder platt gedruckte Kugel D wieder her, indem sie sich gegen die Kugel F stämmet; welches denn verursachet, daß diese Gegenwirkung sie vorwärts treibet mit eben so vieler Geschwindigkeit, als sie zusammen gedruckt worden. Nun aber bestehet diese Geschwindigkeit in der Hälfte von derjenigen, welche die beyden Kugeln veranlasset einander entgegen zu kommen, das ist in 3 Grad. Also bewegt sich die Kugel D mit 6 Graden Geschwindigkeit nämlich mit 3, die sie durch die Mittheilung empfangen, und mit 3, die sie vermöge ihrer Gegenwirkung bekommen.

Die Kugel F hat 3 Grad von ihrer ursprünglichen Geschwindigkeit beybehalten; aber ihre Gegenwirkung, welche gleich ist, geschiehet nach der Gegenseite und bringet sie in Ruhe.

Zweyter Versuch.

Zubereitung.

Wenn die Kugel D 2 Unzen hält und die Kugel F 4 Unzen, so giebt man dieser 6 Grade Geschwindigkeit, da indeß die andere stille stehet.

Erfolg.

Erfolg.

Nach dem Stoß gehet die Kugel D 8 Grad fort in der Richtung der Kugel F und diese fähret fort sich nach eben der Seite zu bewegen, und gehet durch 2 Abtheilungen von Graden.

Erklärung.

Man muß anfänglich die mitgetheilte Bewegung in dem Verhältniß der Massen ohne Absicht auf die Schnellkraft betrachten, und nachher sehen, was die Gegenwirkung zu diesem ersten Erfolg noch hinzu thut oder davon abnimt.

Wofern die Kugeln nicht elastisch wären, so würde die Kugel F mit 4 Unzen, die der Kugel D mit 2 Unzen in der Ruhe aufstößt, nur 2 Grad Geschwindigkeit von den 6, die sie hat, verlieren, und die beyden Massen würden nach eben der Seite mit einer gemeinschaftlichen Bewegung fortgehen, deren Geschwindigkeit in 4 Graden bestünde, wie wir es weiter oben gesehen in 1. **Lehrsatz 3. Versuch.** Aber nach dem Stoß ereignet sich eine gegenseitige Gegenwirkung zwischen den beyden Kugeln ihrer Schnellkraft wegen, und diese Gegenwirkung ist den 4 Graden der mitgetheilten Geschwindigkeit gleich, welche die Quetschung verursacht haben. Man muß daher diese Gegenwirkung als eine Kraft ansehen, welche sich zwischen den beyden Kugeln ausbreitet um sie von beyden Seiten zurück zu stossen; sie komt mit der Bewegung, die der Kugel D ist mitgetheilt worden, zusammen und vermehret sie um die Hälfte. Hingegen sucht sie diejenige, die der Kugel F noch übrig ist, aufzuheben; man muß jedoch

bedenken, daß diese letzte Masse in 4 Unzen bestehe, und also noch einmal so schwer sey als die andere, und daß die Gegenwirkung, welche 2 Unzen durch 4 Räume forttreiben kann, ein doppelt so schweres Gewichte nur 2. Räume fortzutreiben vermögend sey: solchemnach gehet die Kugel F ihrer Gegenwirkung ohnerachtet noch 2 Grad nach dem Stoß fort vermöge ihrer ursprünglichen Bewegung.

Dritter Versuch.

Zubereitung.

Die 2 Unzen wiegende Kugel F stösset mit 6 Grad Geschwindigkeit auf die 4 Unzen schwere stillstehende Kugel.

Erfolg.

Nach dem Stoß gehet die Kugel D 4 Grade fort in der Richtung der Kugel F, und diese kehret durch den Raum von 2 Graden wieder rückwärts.

Erklärung.

Der Widerstand der Kugel D gegen die Kugel F hat die ursprüngliche Geschwindigkeit von 6 auf 2 gebracht vermöge ihrer doppelten Masse; die 2 Grad der Geschwindigkeit aber, die sie durch die Mittheilung bekommen, haben eine eben so starke Gegenwirkung veranlasset; woher es denn komt, daß sie 4 Grad vorwärts durchwandert. Eben diese Gegenwirkung, die sich gegen die Kugel F äussert, die nur 2 Unzen wiegt, hat einen doppelten Erfolg hervor bringen müssen, das ist, vermöge ihrer Schnellkraft wanderte sie 4 Grad

hinter sich; sie hat jedoch 2 Grad von ihrer erstern Geschwindigkeit beybehalten: dieser Erfolg wird demnach bis auf die Hälfte vermindert und wandert nur 2 Grade durch.

Anwendung.

Aus den Folgen der drey Versuche, die wir zum Beweis unseres ersten Lehrsatzes beygebracht haben, hat man bemerken können, daß die Bewegung der Gegenwirkung allezeit diejenige verdoppele, welche der angestoßne Körper durch die Mittheilung erlanget. Denn wenn die Kugel D vermöge der ursprünglichen Bewegung der Kugel F nicht mehr als 2, 3, oder 4 Grad Geschwindigkeit hätte bekommen sollen, so hat man wahrgenommen, daß sie deren 4, 6 oder 8 gehabt.

Man hat ferner beobachten müssen, daß eben die Gegenwirkung, welche die Bewegung des angestoßnen Körpers verdoppelt, damit er vor ihr hingehet, sich bestrebet mit eben so viel Kraft den anstossenden Körper hinterwärts zu treiben; daß jedoch dieser letztere Erfolg eben so vermindert werde, wie die Masse vermehret wird. Denn wenn z. B. vermöge dieser Kraft die Kugel D von 2 Unzen 4 Grad Geschwindigkeit vorwärts hin erhielt, so bekam die Kugel F von 4 Unzen deren nur 2 rückwärts. Diese beyden Anmerkungen werden uns den Grund von verschiedenen Erfolgen begreiflich machen, die man täglich vor Augen hat und schwerlich würde erklären können, wofern man von diesen Grundsätzen nichts wüßte.

Alle Künstler, welche in der Stube auf Handambosen oder auf stählernen Ambosen arbeiten, als die Polirer, Goldschmiede, Uhrmacher u. d. gl. pflegen

die Schläge vermittelst einer zusammen gelegten Matte oder etwas dergleichen zu schwächen, worauf sie den Klotz setzen, der das Werkzeug trägt. Ohne dergleichen Vorsorge würde ein grosser Theil der durch den Hammer beygebrachten Gewalt auf den Boden fortgepflanzt werden, und Erschütterungen verursachen, die dem Zimmerwerk Schaden zufügen könnten.

Aus gleichen Ursachen geschiehet es, daß man die Schanzen an den Festungen aus Backsteinen macht; wofern man sie aus Sandsteinen oder andern harten Steinen verfertigte, so würden die Stückkugeln, die auf diese elastischen Körper stiessen, ihre Bewegung allzutief hinein treiben und mehr Schaden verursachen.

Die aus der beyderseitigen Gegenwirkung zweener elastischen Körper, die durch den Stoß zusammen gedruckt worden, entstehende Erfolge würden eben die seyn, wofern diese beyden Körper, ohne Absicht auf ihre Schnellkraft, zwischen sich eine dritte Materie, die fähig wäre sich wieder herzustellen, hindurch gehen lassen, als wenn z. B. ein stählerner Ring *Fig. 4.* Taf. *XVIII.* von beyden Seiten zu gleicher Zeit von zwoen Kugeln A und B angestossen würde, die an Fäden hingen, so würde dieser Ring, welcher durch den doppelten Stoß zusammen gedruckt worden, bey seiner Herstellung die beyden Körper, welche ihn angestossen hätten, in solchen Entfernungen zurück treiben, die mit ihren Massen in gleichen Verhältnissen stünden, das ist, gleich weit von einander, wenn sie gleich wären, oder denjenigen weiter weg, welcher am leichtesten wär.

Man muß ferner eben dieses von einem Körper erwarten, dessen völlig gespannte Schnellkraft sich zwischen zweenen beweglichen Körpern wieder auszudehnen suchte;

suchte; als wenn der stählerne Ring, dessen wir gedacht haben, nachdem er durch einen quer durch laufenden Faden zusammen gedruckt worden, sich wieder gegen die beyden Körper A und B auszudehnen suchte: so würden sie alle beyde nach verschiedenen Gegenseiten zurück gestossen werden in solchen Entfernungen, welche sich eben so gegen einander verhielten, wie die Gewichte.

Diese Erfolge, welches Folgerungen von unserm ersten Lehrsatz sind, müssen zur Erklärung des Zurückstossens des Schießgewehrs, der Schwärmer u. s. w. dienen. Denn man muß das Pulver, welches sich zwischen dem Pulversack und der Kugel oder der Stückkugel entzündet, als eine Schnellkraft ansehen, die sich von beyden Seiten ausdehnet; seine Wirksamkeit bringet in den beyden beweglichen Körpern eine Geschwindigkeit zuwege, welche um so viel grösser ist bey einem von beyden, je kleiner seine Masse ist gegen die andern gehalten. Da also das Stück, die Flinte u. d. gl. (vornehmlich, wenn man auf die Hindernisse siehet, welche sie zurück halten) weit schwerer zu bewegen sind als die Stückkugel oder die Kugel, welche die Ladung abgiebt; so begreift man leicht, warum dieser letztere bewegliche Körper von dem entzündeten Pulver eine ungleich grössere Geschwindigkeit bekomme.

Es trägt auch noch eine andere Ursache zur Vermehrung der Geschwindigkeit der Kugel etwas bey, nämlich eine gewisse Länge des Stücks, welche dem Pulver Zeit verstattet sich zu entzünden und seine ganze Wirkung auszubreiten; wenn es zu kurz ist, so ist das Bley schon heraus gefahren, ehe die Losbrennung

vollkommen geschehen: dieß ist eine von denen Ursachen, warum die Pistolen niemals so weit schießen als die Flinten; und man macht das Rohr dieser letztern länger als gewöhnlich, wenn man haben will, daß sie recht weit schießen sollen. Es hat jedoch diese Länge ihre Gränzen, und wenn man sie überschreitet, so giebt man, anstatt der Kugel eine grössere Geschwindigkeit zu verschaffen, vielmehr Veranlassung durch ein unnöthiges Reiben, daß sie einen Theil von derjenigen verlieret, die sie haben könnte, wenn das Stück ein besseres Ebenmaaß hätte.

Was das Zurückstossen anbetrift, so kann man überhaupt sagen, daß wenn man voraussetzt, daß die Menge und die Güte des Pulvers überein sey, eine Flinte desto heftiger stoße, je mehr Widerstand das Bley thut, entweder seines Gewichts oder seines es aufhaltenden Pfropfs halber.

Ein Schwärmer steigt empor, weil sein unterer Theil, der sich entzündet, den Dienst einer Feder versiehet, welche von einer Seite gegen den Körper des Schwärmers wirket, und von der andern gegen einen Umfang von Luft, die nicht so geschwinde nachgiebt, als sie angestossen worden; und da diese Federkraft sich beständig erneuert durch die nach und nach erfolgende Entzündung aller Theile des Schwärmers, so beschleuniget sie die Bewegung aus zween Gründen: 1) weil sie, indem sie sich in dem beweglichen Körper selber aufhält, allezeit etwas zu seiner Geschwindigkeit hinzuthut; 2) weil das Gewicht oder der Widerstand dieses beweglichen Körpers jeden Augenblick durch die Zerstreuung der verbrennten Theile vermindert wird.

Man

Man könnte hier fragen, warum auf einer Billiardtafel, wenn eine Kugel gegen eine andere stillstehende gestossen werde, sich nicht eben dieß ereigne, was bey dem ersten Versuche vorfället, welches eben der Fall zu seyn scheinet? Warum bey gleichen Kugeln diejenige, welche den Stoß verrichtet, fast allezeit ihre Bewegung fortsetze? sollte sie nicht nach dem Stoß ohne Bewegung bleiben, wie es der Kugel F widerfähret, wenn sie der Kugel D aufstößt, welche sich in Ruhe befindet?

Obschon diese beyden Fälle einander gleich zu seyn scheinen, so sind sie doch darinnen von einander unterschieden, daß die Kugel F bey unserm ersten Versuch nur eine einfache und gerade Bewegung hat, da hingegen die Kugel, welche man mit ihr vergleichet, deren zwo hat: denn es wird nicht allein ihr Mittelpunct in gerader Linie fortgetrieben, sondern sie rollet auch zugleich auf der Ebene fort, und alle Theile ihrer Oberfläche beschreiben gleichförmige Kreise um ihre Achse. Wenn sie eine Kugel in der Ruhe antrift, so wird die gerade Bewegung ihrer ganzen Masse aufgehalten, aus oben angeführten Ursachen; allein die Bewegung ihrer Theile um die gemeinschaftliche Achse bleibet gleichwohl; dergestalt, daß man im Augenblick des Stosses, wofern die Fläche verschwände, und sie an ihren Polen gehalten werden sollte, sehen würde, daß sie sich herum drehete ohne fortzulaufen oder rückwärts zu gehen; wofern aber die Umwälzung auf einer Fläche geschiehet, so muß die Kugel unumgänglich vorwärts laufen; dieses ist ganz leicht zu begreifen.

Zweyter Lehrsatz.

Wofern zween elastische gleiche Körper oder die an der Masse nicht überein sind, einander mit eigenen Geschwindigkeiten anstossen, welche gleich oder ungleich sind, so gehen sie nach dem Stoß wieder von einander, und ihre gegenseitige Geschwindigkeit ist eben so beschaffen, wie sie vor dem Stoß war.

Denn wenn diese beyden Körper keine Schnellkraft besäßen, so würden sie entweder einander aufhalten, oder einer von beyden würde den andern mit fortführen, wie man aus den Versuchen der ersten Abtheilung ersehen hat. Wenn sie sich von einander trennen, so geschiehet es vermöge ihrer Gegenwirkung; wir haben aber auch gesehen, daß diese Gegenwirkung der Zusammendrückung gleich sey, welche sich wie die gegenseitige Geschwindigkeit vor dem Stoß verhält; es muß also diejenige, welche nach dem Stoß daraus entstehet, überein seyn, und dieses bestätiget auch die Erfahrung.

Erster Versuch.

Zubereitung.

Wenn die Kugel D 2 Unzen wiegt, und die Kugel F eben so viel, so lässet man eine gegen die andere durch Bogen von 6 Graden für jeden laufen. Dieß ist der Fall, da die Massen und die eigenen Geschwindigkeiten gleich sind.

Erfolg.

Erfolg.

Nach dem Stoß gehen die beyden Kugeln aus einander, und jede gehet ihres Theils durch einen Bogen von 6 Graden; also betragen die eigenen Geschwindigkeiten 6 Grad, und die gegenseitige Geschwindigkeit 12 wie vor dem Stoß.

Erklärung.

Indem die beyden Kugeln einander mit gleichen Kräften an einander anstossen, so haben sie alle ihre ursprüngliche Bewegung verloren, jedoch hat sie die Gegenwirkung, die der Kraft, mit welcher sie einander zusammen gedrückt haben, oder (welches eben dieß ist) ihrer gegenseitigen Geschwindigkeit gleich ist, wieder in den Stand gesetzt, die 6 Grade zurück zu gehen, welche sie bey ihrem Herabfallen durchwandert hatten.

Zweyter Versuch.

Zubereitung.

Man muß der Kugel D 4 Unzen Masse geben, und der Kugel F 2 Unzen, und sie gegen einander fallen lassen; die erstere durch einen Bogen von 4 Graden, und die zweyte durch einen Bogen von 8 Graden; dieß ist einer von denen Fällen, wo eine Ungleichheit von Massen und eigenen Geschwindigkeiten vorkomt, obschon die gegenseitige Geschwindigkeit noch 12 Grad ist.

Erfolg.

Die beyden Kugeln kehren, nachdem sie einander angestossen, wieder an denjenigen Ort zurück, von wannen sie vor dem Stoß hergekommen sind, woraus man siehet, daß die gegenseitige Geschwindigkeit noch eben so beschaffen sey, wie sie vorher war.

Erklärung.

Wenn die Kugeln D und F bey diesem Versuch keine Schnellkraft besäßen, so würden sie einander aufhalten; weil ihre Kräfte gleich sind: denn 4 Unzen Masse mit 4 Grad Geschwindigkeit multiplicirt, geben 16 zur Größe der Bewegung, welches den 8 Graden Geschwindigkeit mit den 2 Unzen Masse multiplicirt, gleich ist. Es sind aber diese beyden Kugeln elastisch, und ihre Zusammendrückung ist der Erfolg einer gegenseitigen Geschwindigkeit von 12 Graden; die Gegenwirkung ist daher eine derselben gleichkommende Geschwindigkeit, die von einer Seite gegen eine Kugel von 2 Unzen angewendet worden, und von der andern Seite gegen eine Kugel von 4 Unzen; diejenige Kraft hingegen, welche 2 Unzen zu dem 8 Grad überbringen kann, vermag deren nur 4 mit einer Masse von 4 Unzen durchzuwandern in einerley Zeit. Also haben die beyden Kugeln nach dem Stoß zu denjenigen Orten zurück kommen müssen, von wannen sie abgegangen waren, wie der Versuch es vorgestellet hat.

Anwendung.

Dasjenige, was wir von dem Stoß der beyden elastischen Körper vorgetragen haben, findet auch statt,

obgleich deren eine grössere Anzahl an einander stossen sollten, und diese Erfolge werden mit einer wunderbaren Hurtigkeit zuwege gebracht. Wenn man z. B. 7. oder 8 elfenbeinerne Kugeln dergestalt aufhängt, daß sie ihre Mittelpuncte in einerley Linie haben, wie solches die 5. Fig. Taf. *XVIII.* vorstellet, und wenn man die erste durch einen Kreisbogen gegen die zweyte fallen lässet, so wird die achte sich von den andern mit einer Geschwindigkeit trennen, die derjenigen gleich ist, welche die zweyte nach dem Stoß gehabt haben würde, wofern sich nichts ihrem Wege entgegen gesetzt hätte; und wofern man zwo zugleich gegen die dritte fallen lässet, so werden sich die beyden letztern von den andern trennen, die insgesamt ruhig bleiben werden.

Desgleichen lässet man auch von einer Seite die achte gegen die siebende, und andern Theils die erste gegen die zweyte fallen; diese beyden anstossenden Kugeln werden nach dem Stoß durch eben die Bogen zurück kehren, welche sie im Herabfallen durchwandert haben, eben als ob ihr Stoß unmittelbar auf sie geschehen wäre.

Zur Erklärung dieser Erfolge muß man sich desjenigen erinnern, was wir S. 254. vorgetragen haben, daß eine elastige Kugel im Augenblick des Stosses eine eyförmige Gestalt annehme, wodurch nicht nur der angestossene Theil näher nach dem Mittelpunct rücket, sondern auch derjenige, der ihm gerade gegen über sich befindet. Diese beyden Theile stellen sich alsbald wieder her und mit solchen Geschwindigkeiten, die derjenigen gleich sind, mit welcher ihre Zusammendrückung geschehen ist. Man begreift also, wie die zweyte Kugel, so durch die erste angestossen worden, sich alsbald

ein

ein wenig von der dritten trenne, und wenn sie so wohl durch die Mittheilung als durch die Gegenwirkung eine Geschwindigkeit erlanget hat, die desjenigen Körpers seiner gleich ist, der sie angestossen, wie wir es bey dem ersten Versuch des ersten Lehrsatzes erkläret haben; so that sie gegen die folgende Kugel eben das, was die erste gegen sie gethan. Eben dieses widerfähret der vierten von der dritten und so weiter bis auf die letzte, welche, da sie durch nichts zurück gehalten wird, dem Stoß, den sie empfangen hat, nachgiebt, und einen Bogen beschreibet, welcher eine Geschwindigkeit ausdruckt, die des ersten anstossenden Körpers seinem gleich ist.

Diese Beyspiele von Bewegungen, die von elastischen und einander berührenden Körpern mitgetheilet werden, können uns im folgenden dienen zur Unterstützung einiger Meynungen (die sonst wahrscheinlich genug sind), welche gewisse Erscheinungen betreffen, über deren Erklärung die Naturkündiger noch nicht einig sind. Wir lassen es vorjetzo dabey bewenden, daß wir diese Grundsätze mit Versuchen bestätigen, worauf wir uns beziehen, und wovon wir Gebrauch machen werden, so wie die Ordnung der Materien es zulassen wird.

Zugabe.

Man hat aus den bisher angeführten Versuchen wahrnehmen können, daß, wenn die elastischen Körper dergestalt an einander stossen, daß sie in einerley Richtung fortgehen, oder einer von beyden nach dem Stoß stille stehe, die Summe der Bewegungen einerley sey nach und vor dem Stoß; denn unmittelbar vor

dem

dem Stoß des ersten Versuches befindet sich alle Bewegung in der Kugel F, und ihre Größe bestehet in 12, nämlich in 6 Grad Geschwindigkeit mit 2 Unzen Masse multiplicirt; und nach dem Stoß trift man in der Kugel D, die sich allein bewegt, eben so viel wieder an.

Wofern aber eine von beyden Kugeln hinter sich gehet, so wird die Größe der Bewegung nach dem Stoß größer befunden als vor demselben, wie solches aus dem Erfolg des dritten Versuches erhellet; denn ehe die Kugel F der stille stehenden Kugel D aufstösset, so ist ihre Größe der Bewegung 12: nämlich 6 Grad Geschwindigkeit mit 2 Unzen multiplicirt. Und nach dem Stoß ist die Summe der Bewegungen 20, nämlich 16 in der Kugel D, als das Product von 4 Unzen mit 4 Grad Geschwindigkeit multiplicirt, und in der Kugel F 4, als das Product von 2 Unzen mit 2 Grad Geschwindigkeit multiplicirt.

Es ist aber nicht allein die Summe der Bewegungen größer nach dem Stoß, sondern die Bewegung des angestossenen Körpers übersteiget auch so gar an Größe die Bewegung des anstossenden Körpers vor der Berührung. Denn bey der Kugel F war vor dem Stoß die Bewegung 12, und nach dem Stoß bestehet sie aus 16 in der Kugel D, wie wir jetzt erst angemerkt haben.

Dieser Ueberschuß oder dieser Unterschied der Bewegung in dem angestossenen Körper komt genau überein mit der Größe desjenigen, welcher nach dem Stoß rückwärts gehet; dieses wird man alsbald wahrnehmen, wofern man darauf Achtung hat, daß die Grösse der Bewegung in der Kugel F, welche rückwärts kehret, 4 sey, als der Unterschied zwischen 16 und 12.

Wenn

Wenn also die Massen bekannt sind, und man die Geschwindigkeit derjenigen weiß, welche nach dem Stoß rückwärts gehet, so kann man die Größe der Bewegung des andern auch wissen, und wie groß die Summe der ursprünglichen Bewegung gewesen sey.

Wir dürfen diese Abhandlung nicht beschließen, ohne noch erst zu erinnern, daß man den Stoß der flüssigen Materien nicht nach denen Regeln schätzen dürfe, die wir bey dem Stoß der derben Körper festgesetzet haben; da ihre Theile mit einander verbunden sind, so wirken diese mit ihrer ganzen Masse, mit der Wirkung der andern verhält sichs nicht also: wegen der gegenseitigen Beweglichkeit ihrer Theile äußert nur dasjenige eine Kraft, was unmittelbar und gerade zu dem Stoß ausgesetzt ist; das übrige verliert seine Geschwindigkeit nicht, und folglich trägt es zur Kraft nichts bey. Daher komt es, daß das Wasser und der Wind ihre wirkliche Geschwindigkeit einem beweglichen Körper nicht auf einmal mittheilen: dieser erlangt erst nach einer gewissen Zeit alle diejenige Bewegung, welche auf ihn gebracht werden kann; es ist dieß eine Sache, davon man leicht überzeugt werden kann, wenn man auf die Flügel einer Windmühle oder auf das Rad einer Wassermühle Achtung giebt, wenn sich dieselben zu bewegen anfangen.

E N D E

des ersten Theils.

Tab. I.

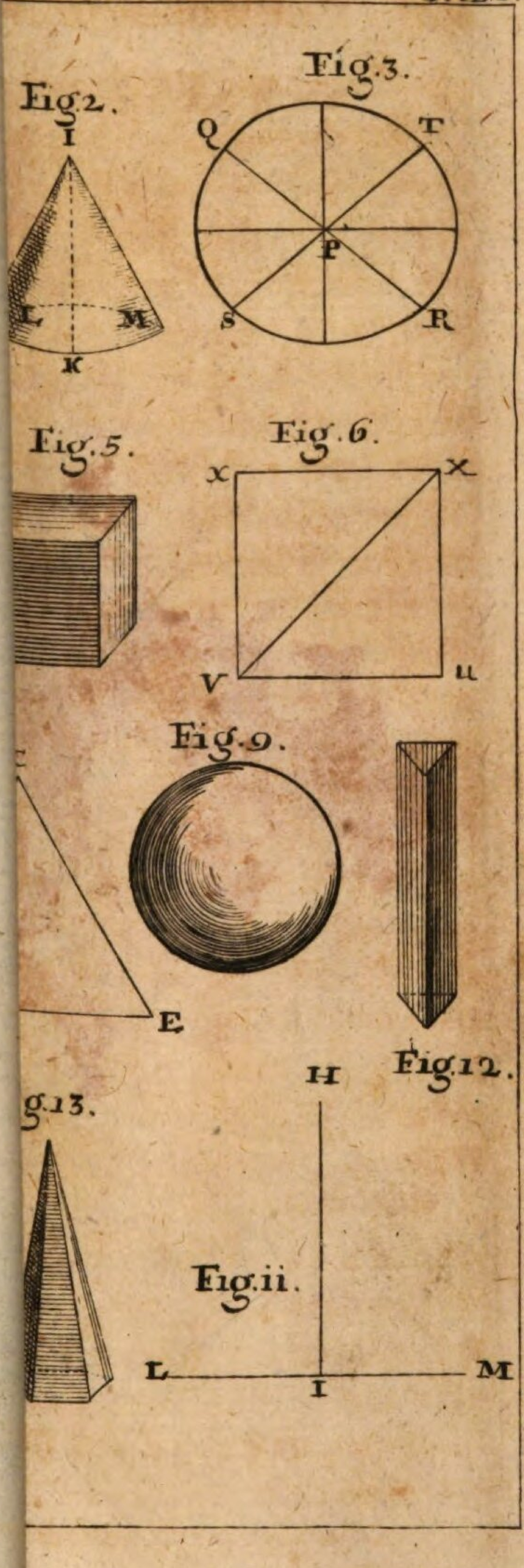
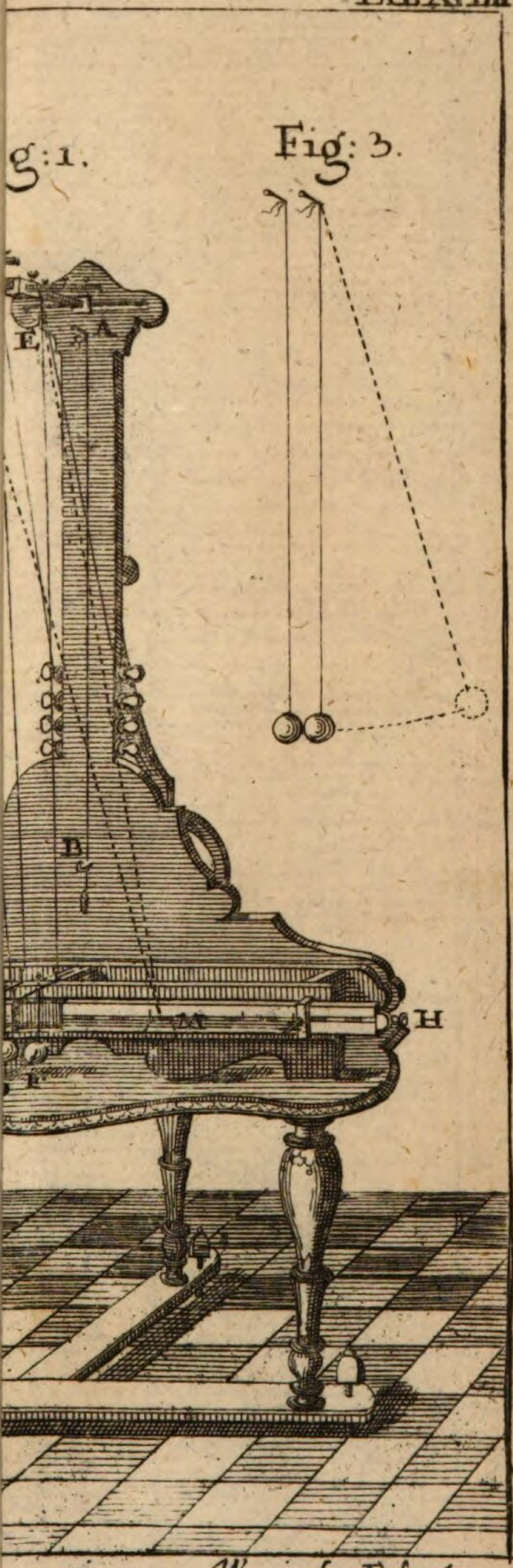


Fig.2.
I
L
M
K
Fig.3.
Q
T
P
S
R
Fig.5.
Fig.6.
x
X
V
u
Fig.9.
E
Fig.12.
H
g.13.
Fig.11.
L
I
M

Tab. XVIIII



Werner fec: Erfurt.

Fig. 3.
Fig. 4.

Fig. 1.

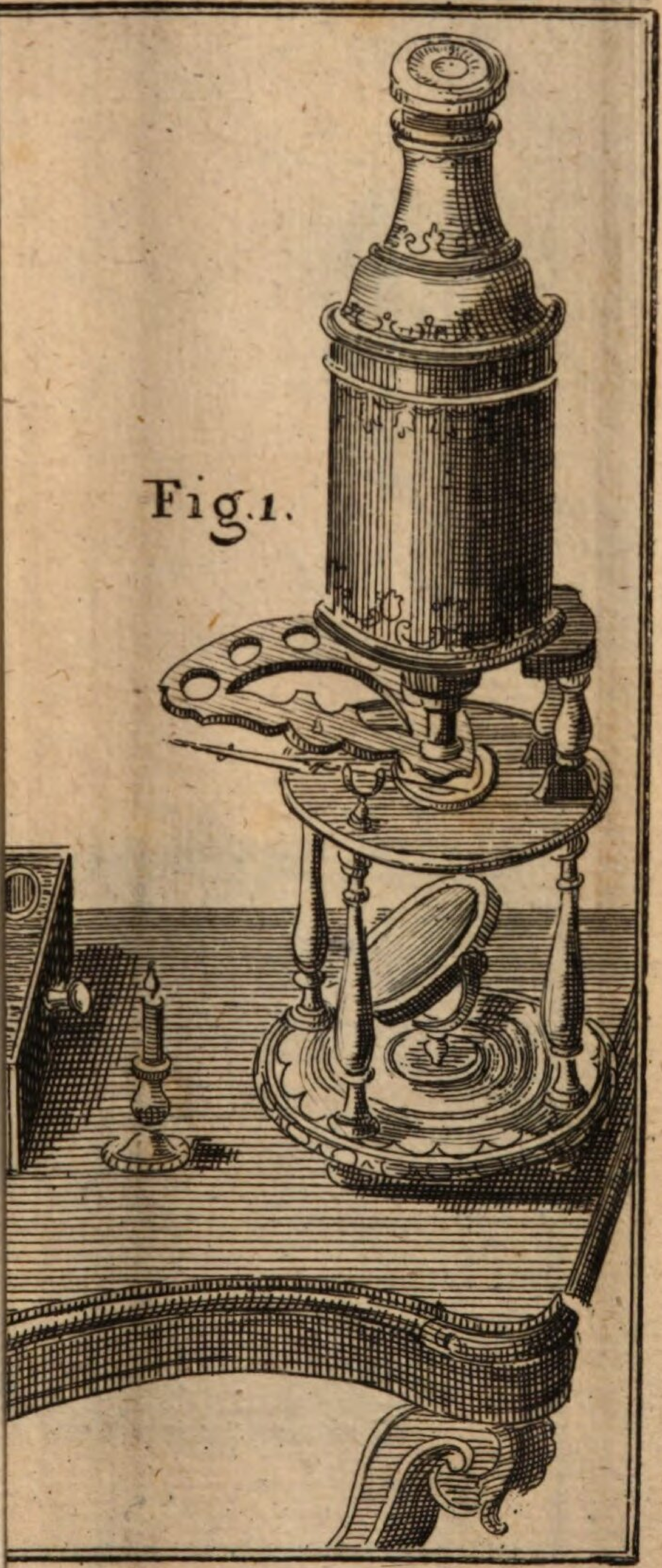


Fig: 2

Fig: 6.

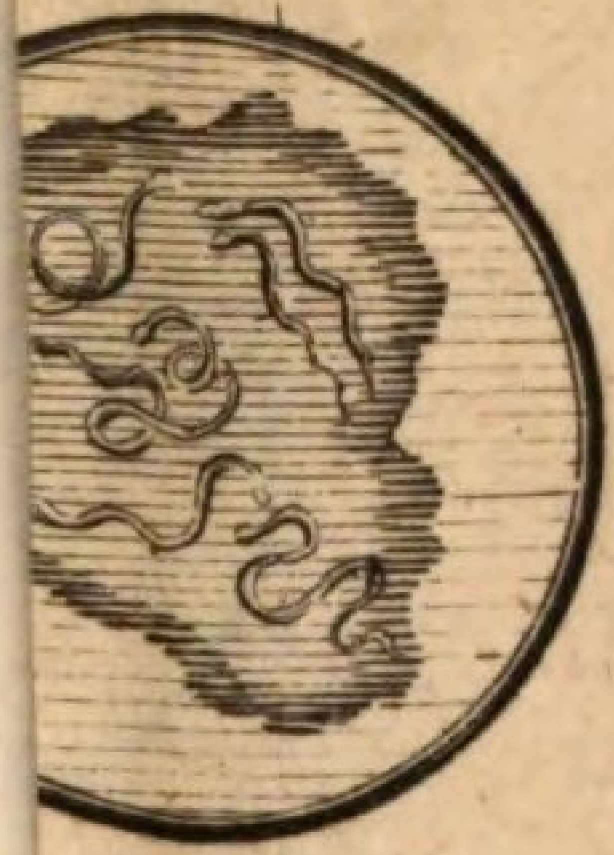


Fig: 4.

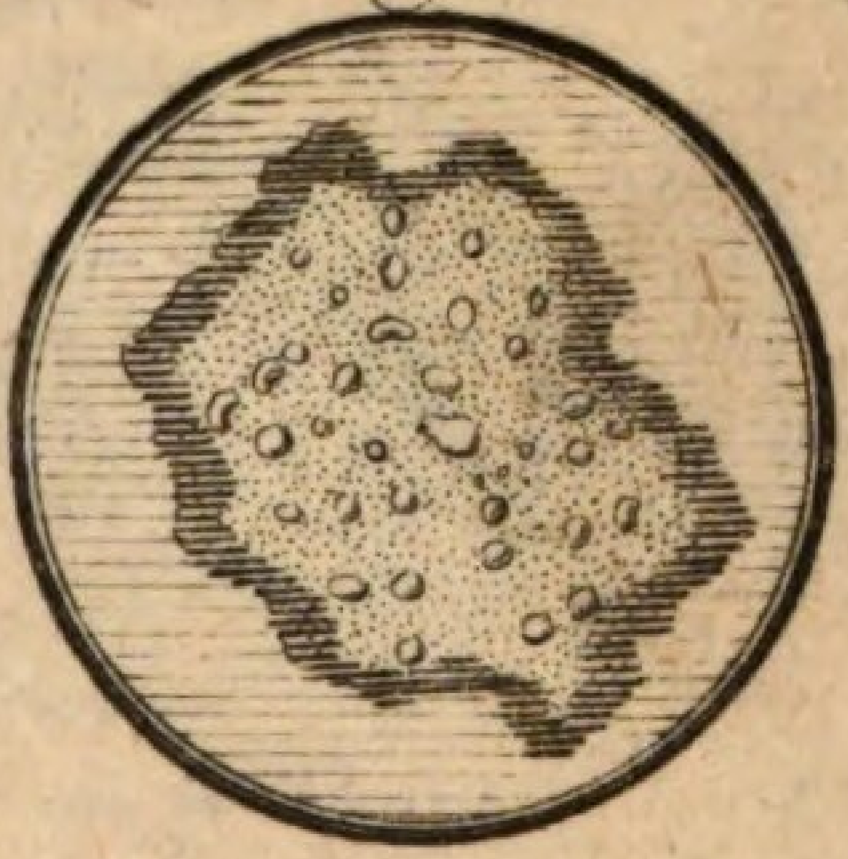
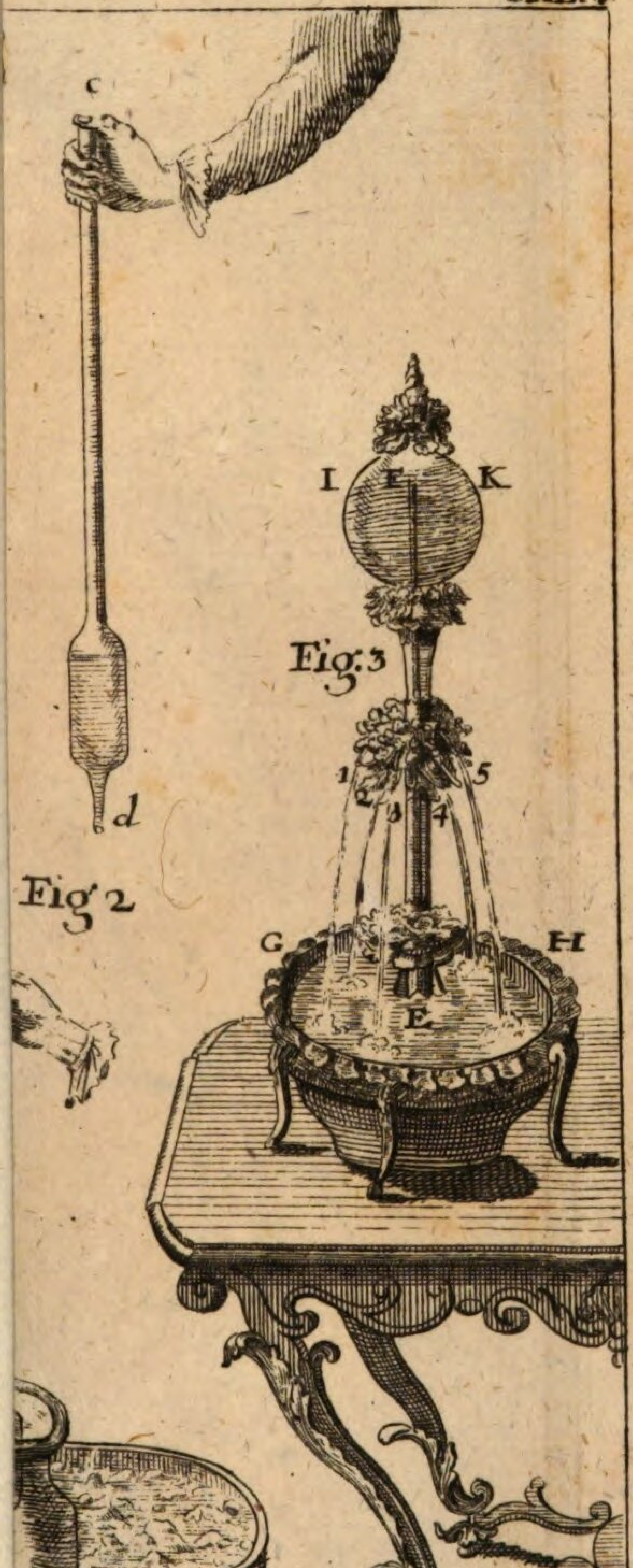
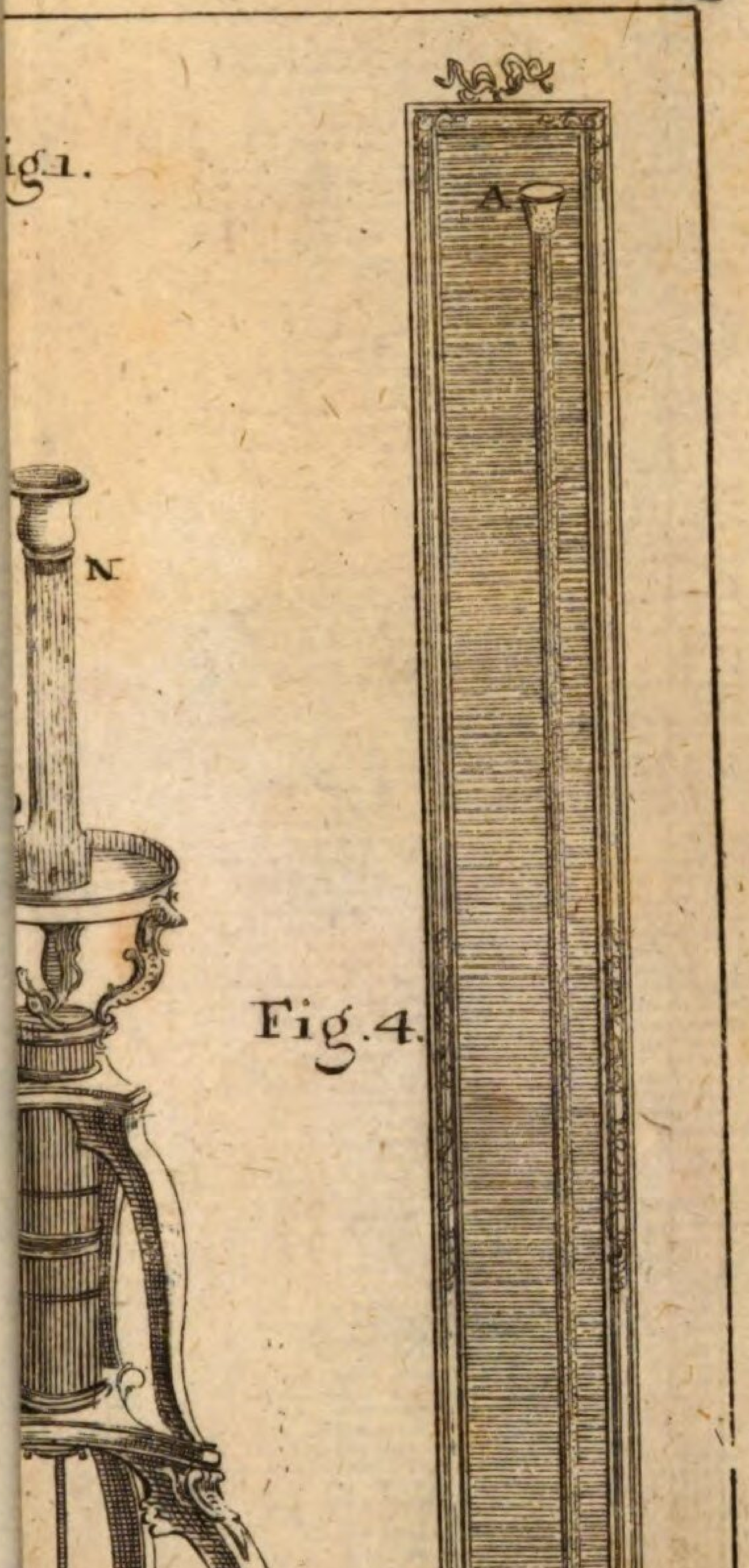


Fig: 5.

Tab. V.



TAB.VI



TAB: VII.

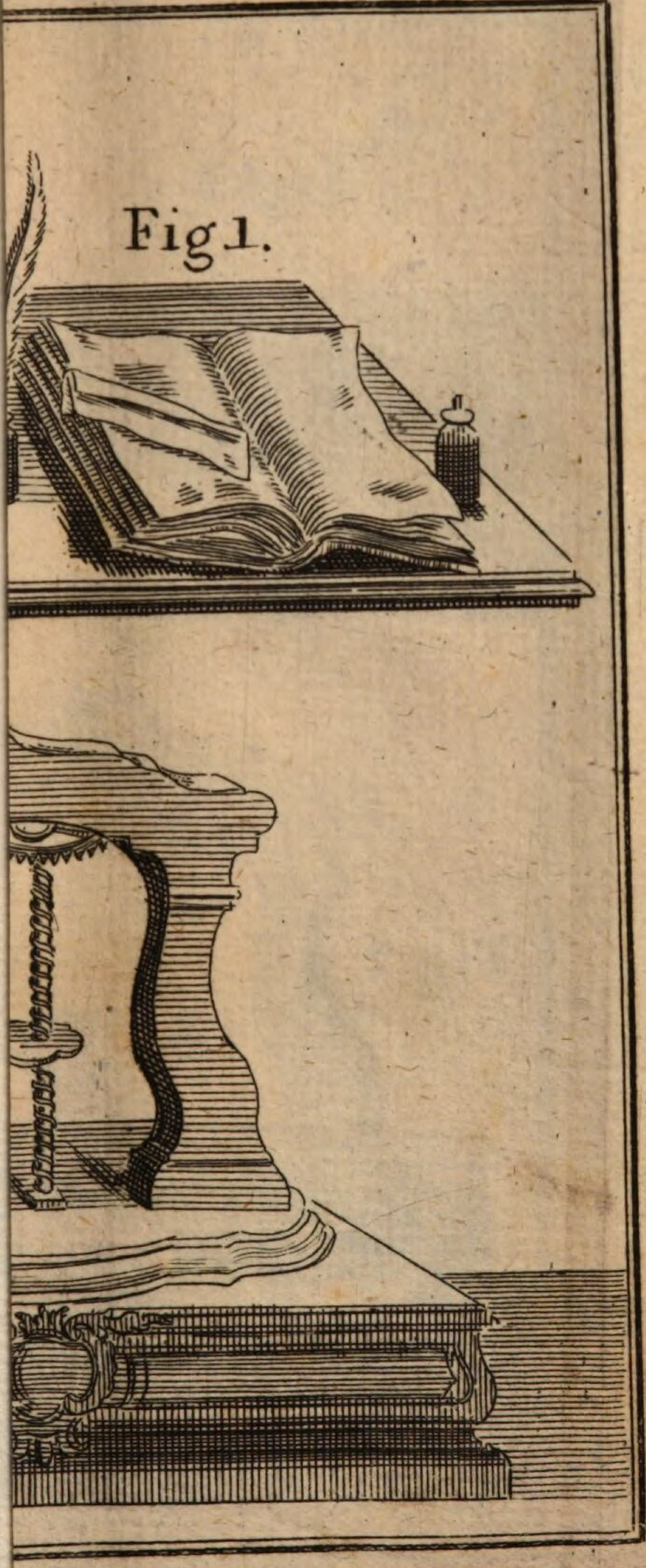


Fig 1.

Fig. 4.

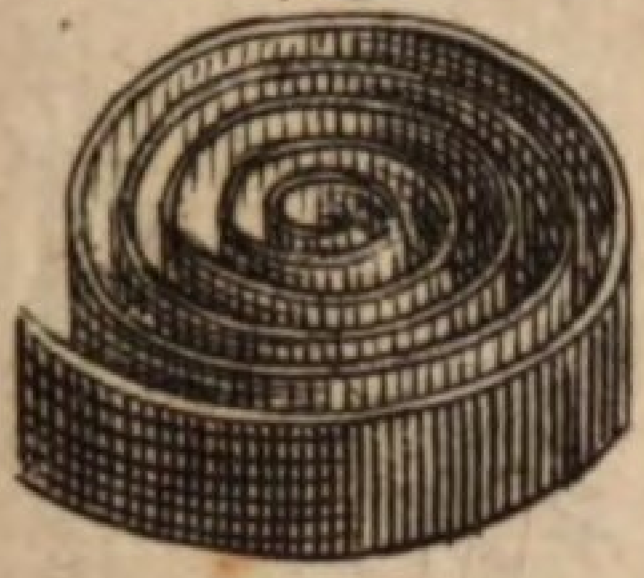
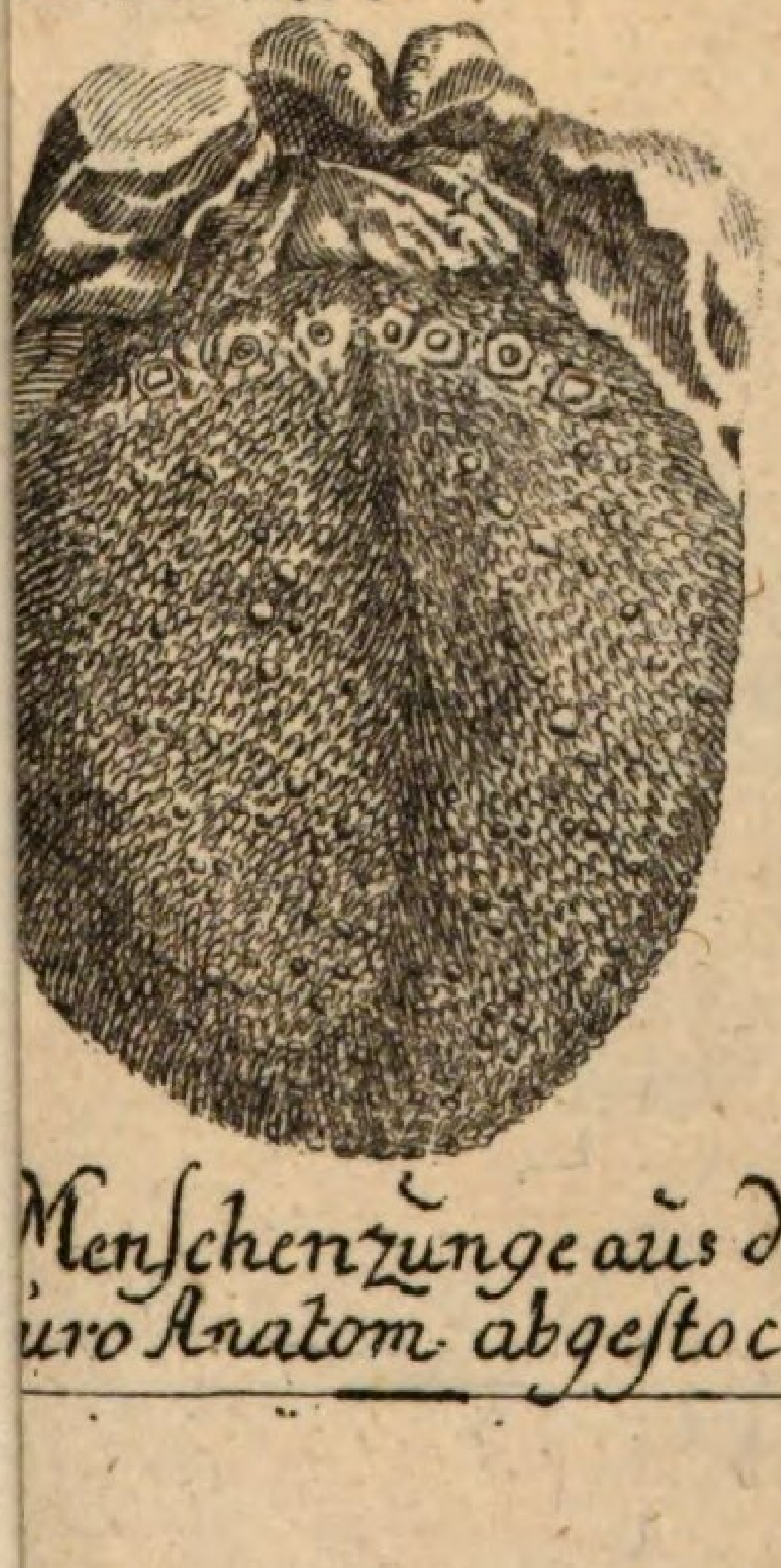


Fig. 3.

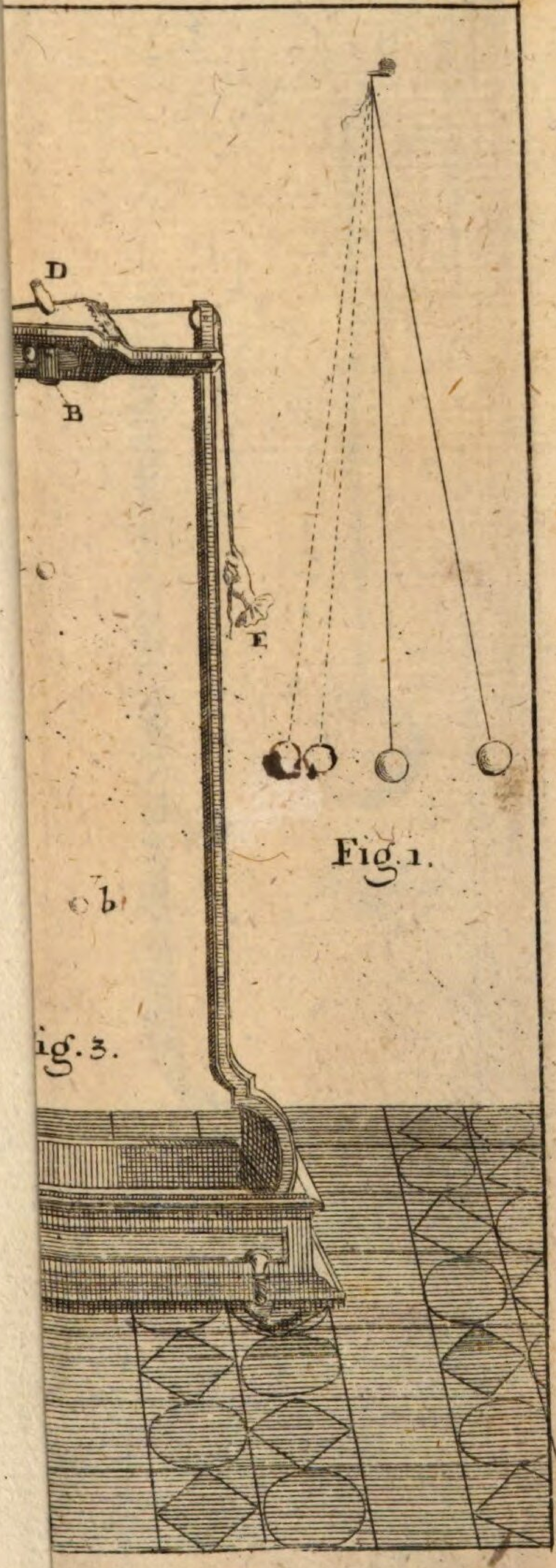
Fig 2

TAB. IX.

Fig. 2.
…ngrössrungs=
betrachtet



Menschenzunge aus des
…uro Anatom. abgestochen.


D
B
E
b
Fig. 1.
ig. 3.

TAB. XI

Tab. XI

Fig:3.

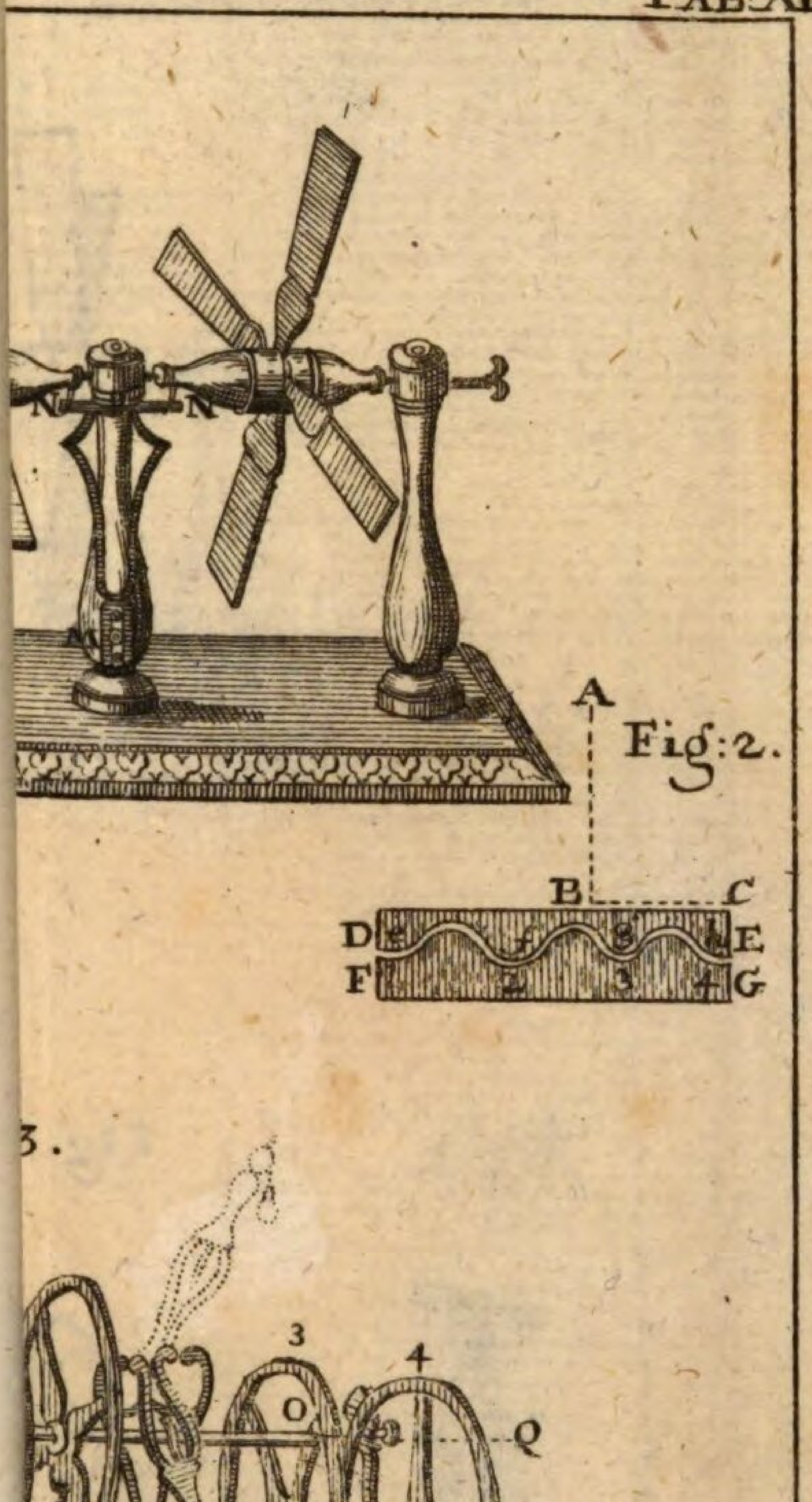

N
N
A
Fig:2.
B
C
D
E
F
G
3.
3
4
O
Q
R
Y
P

Fig. 3.

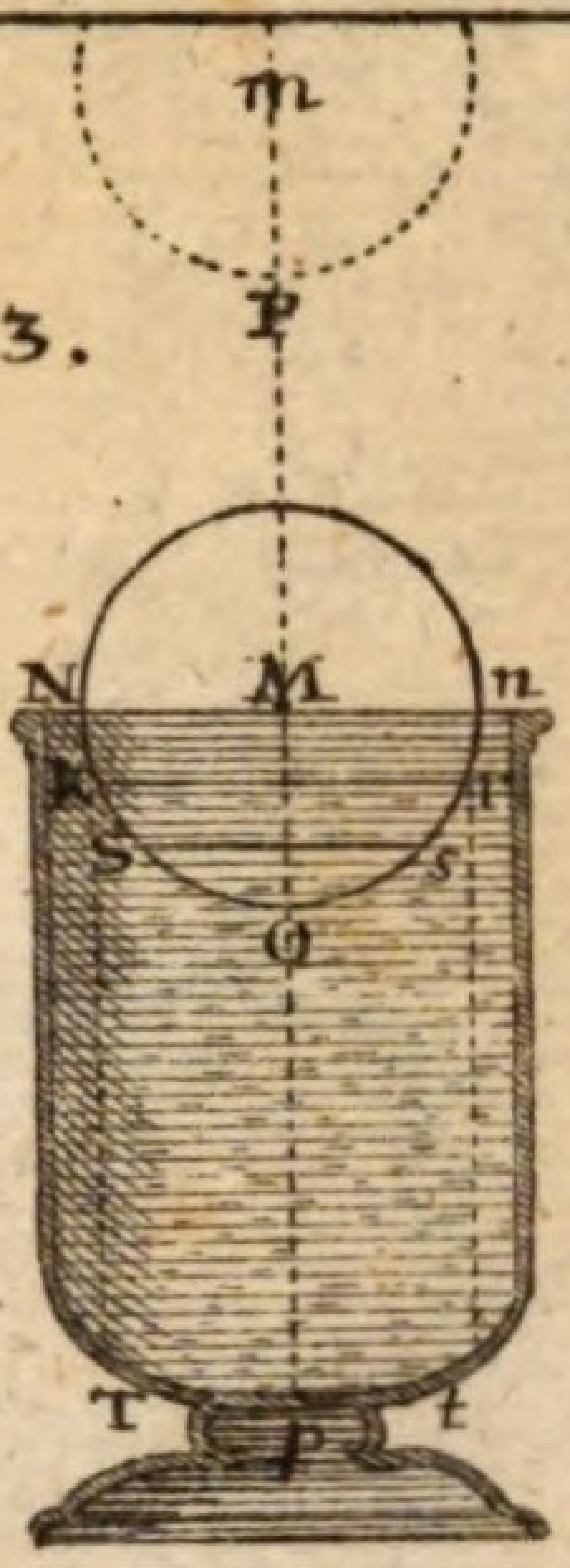
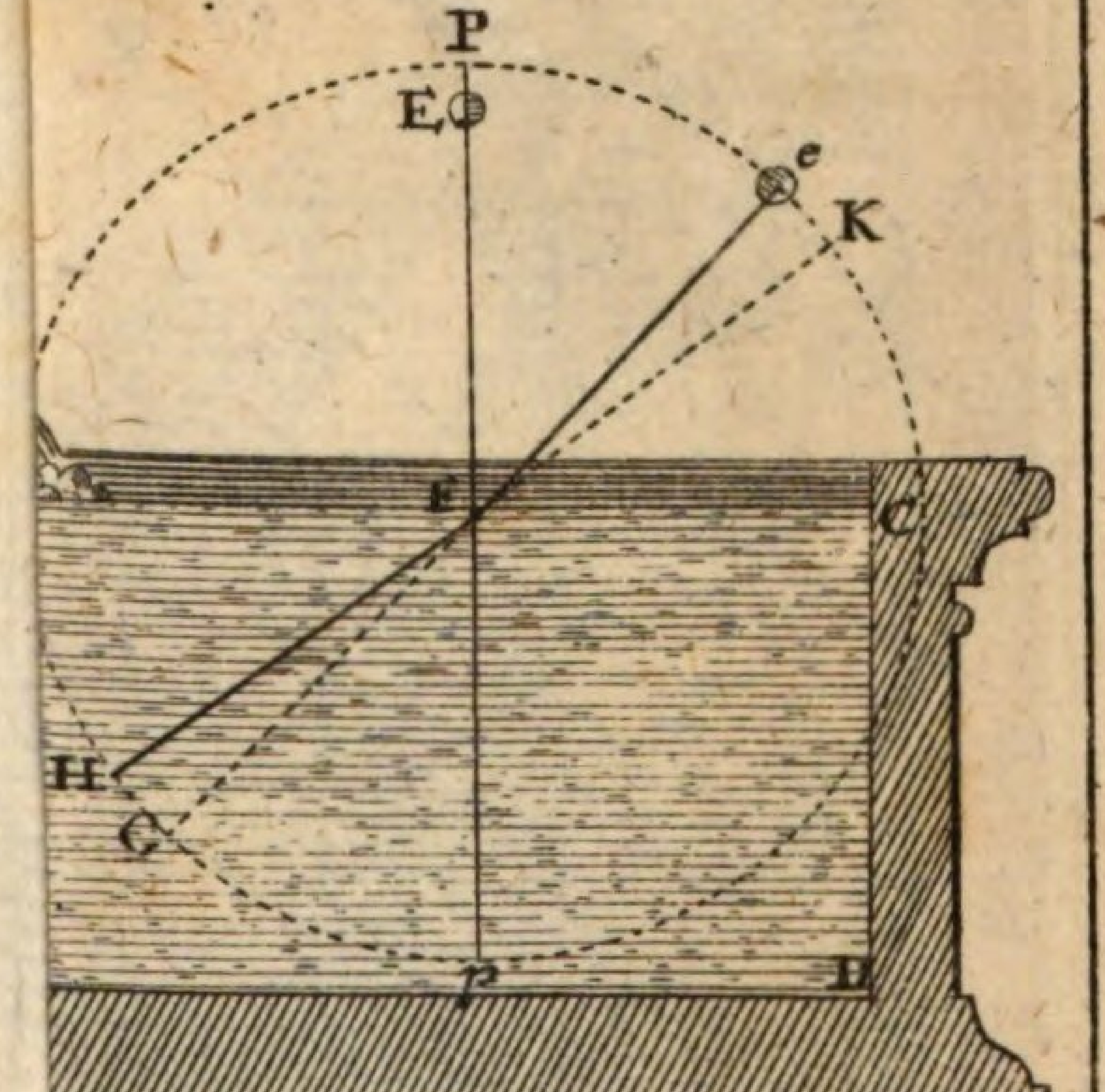


Fig. 1.



TAB XIIII

TAB XV.

Fig. 1.

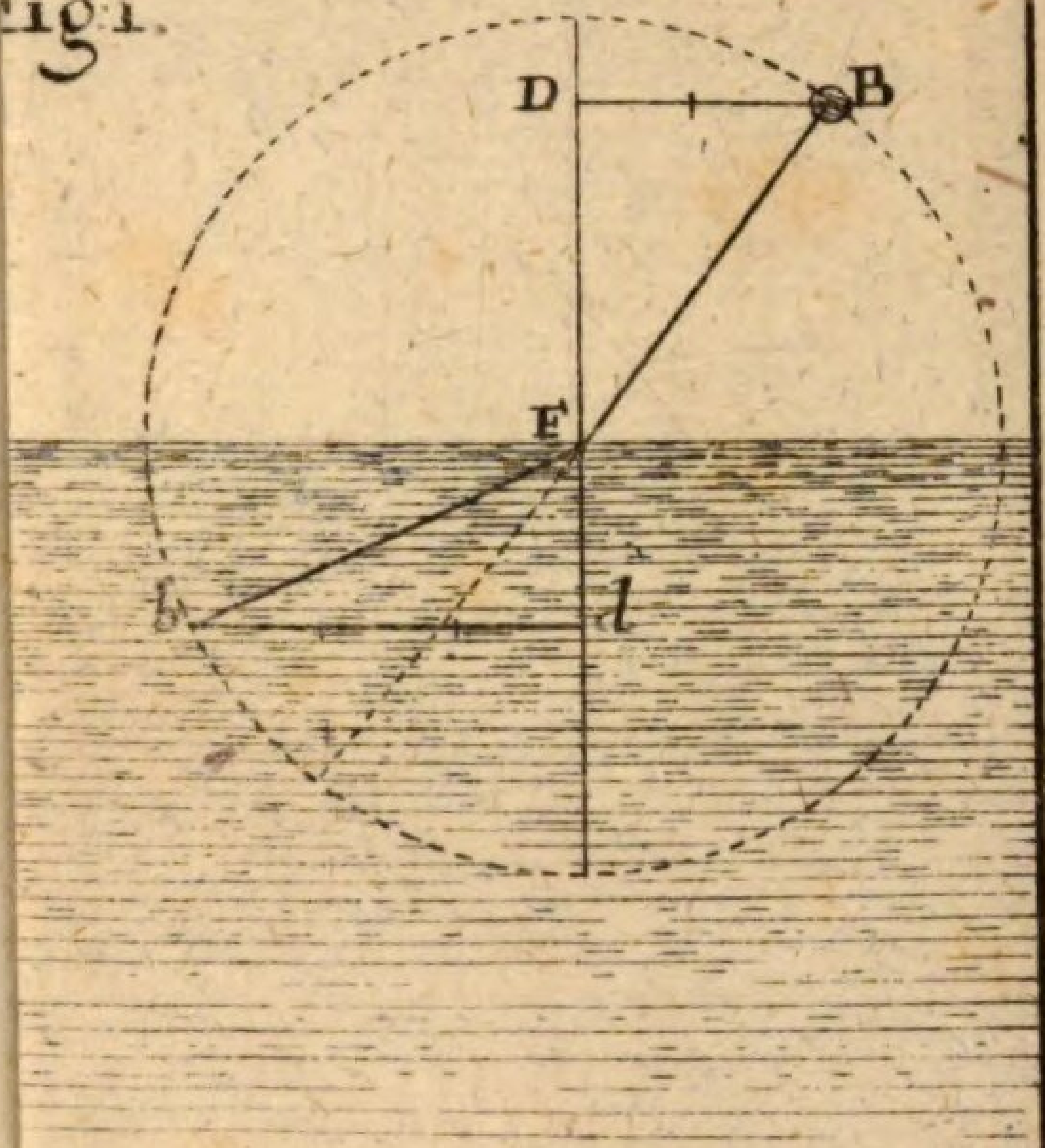
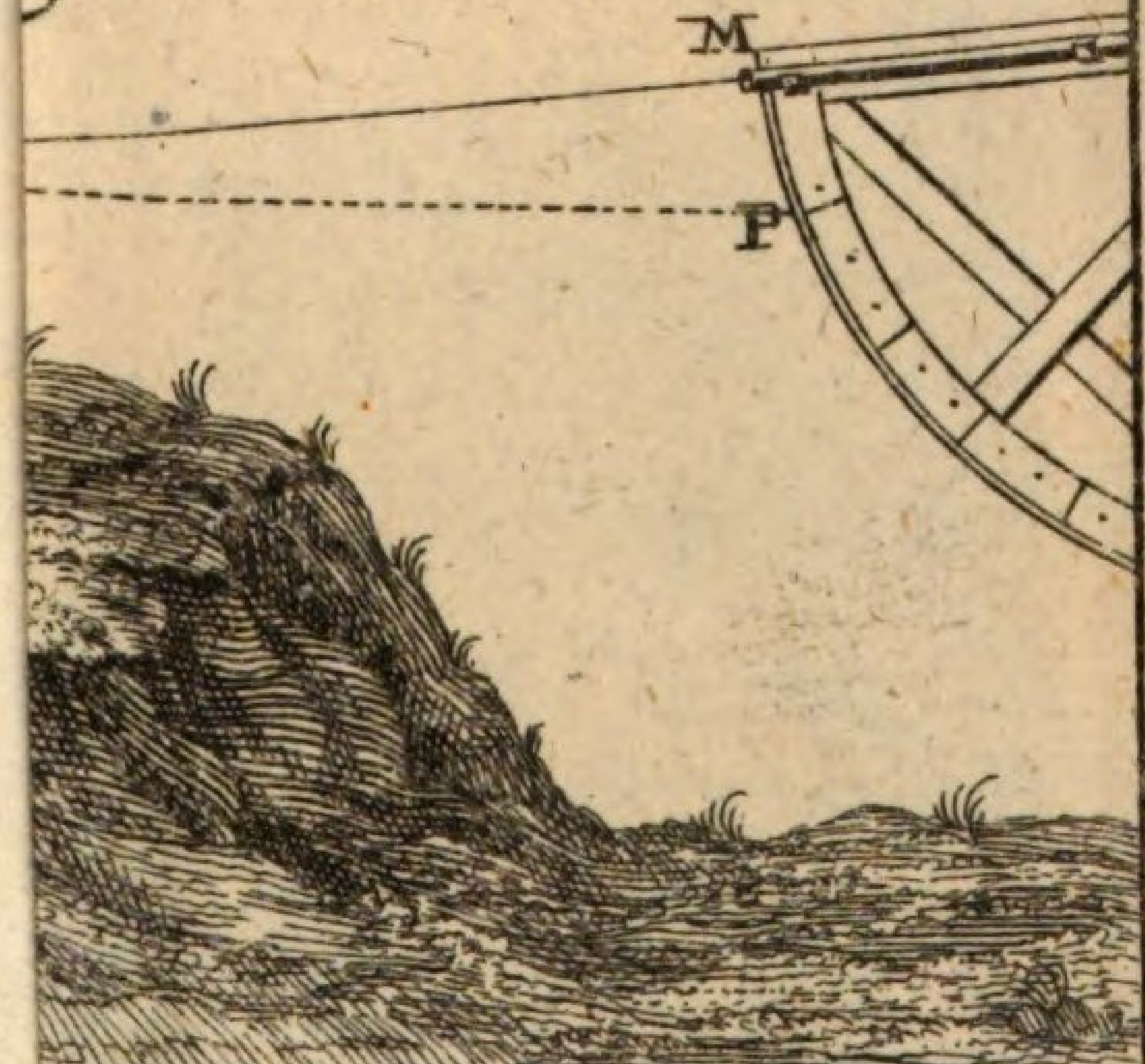
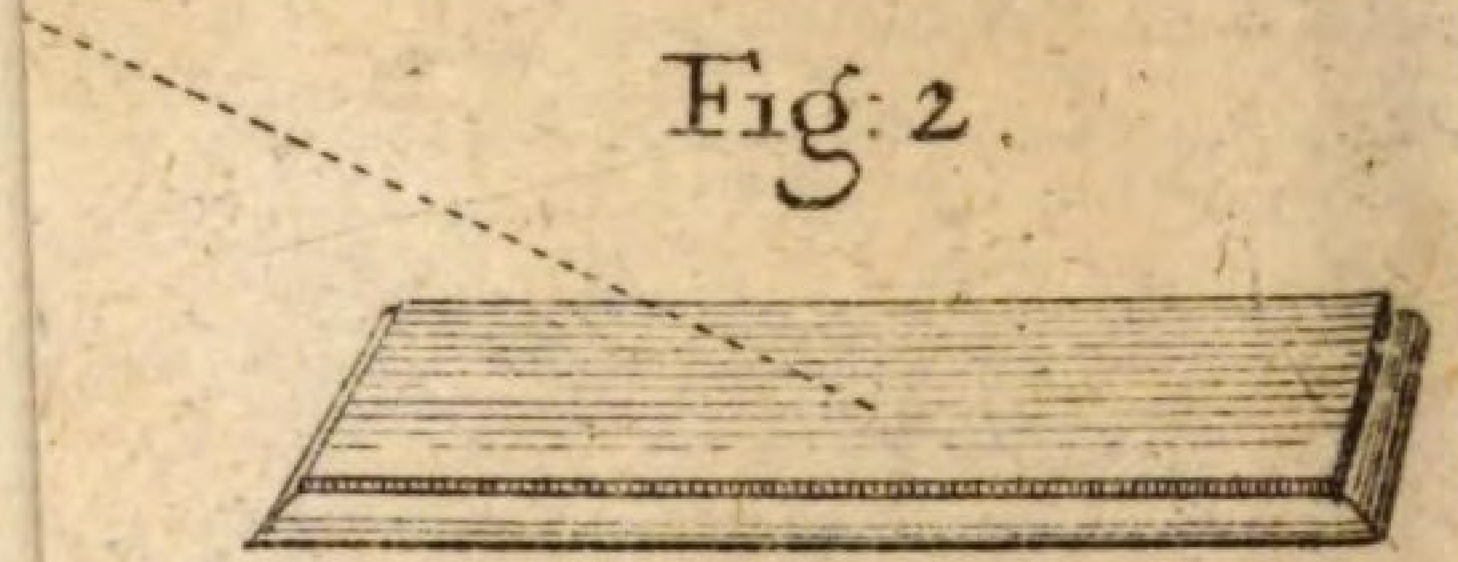


Fig: 2.



Tab. XVII

Fig: 2.



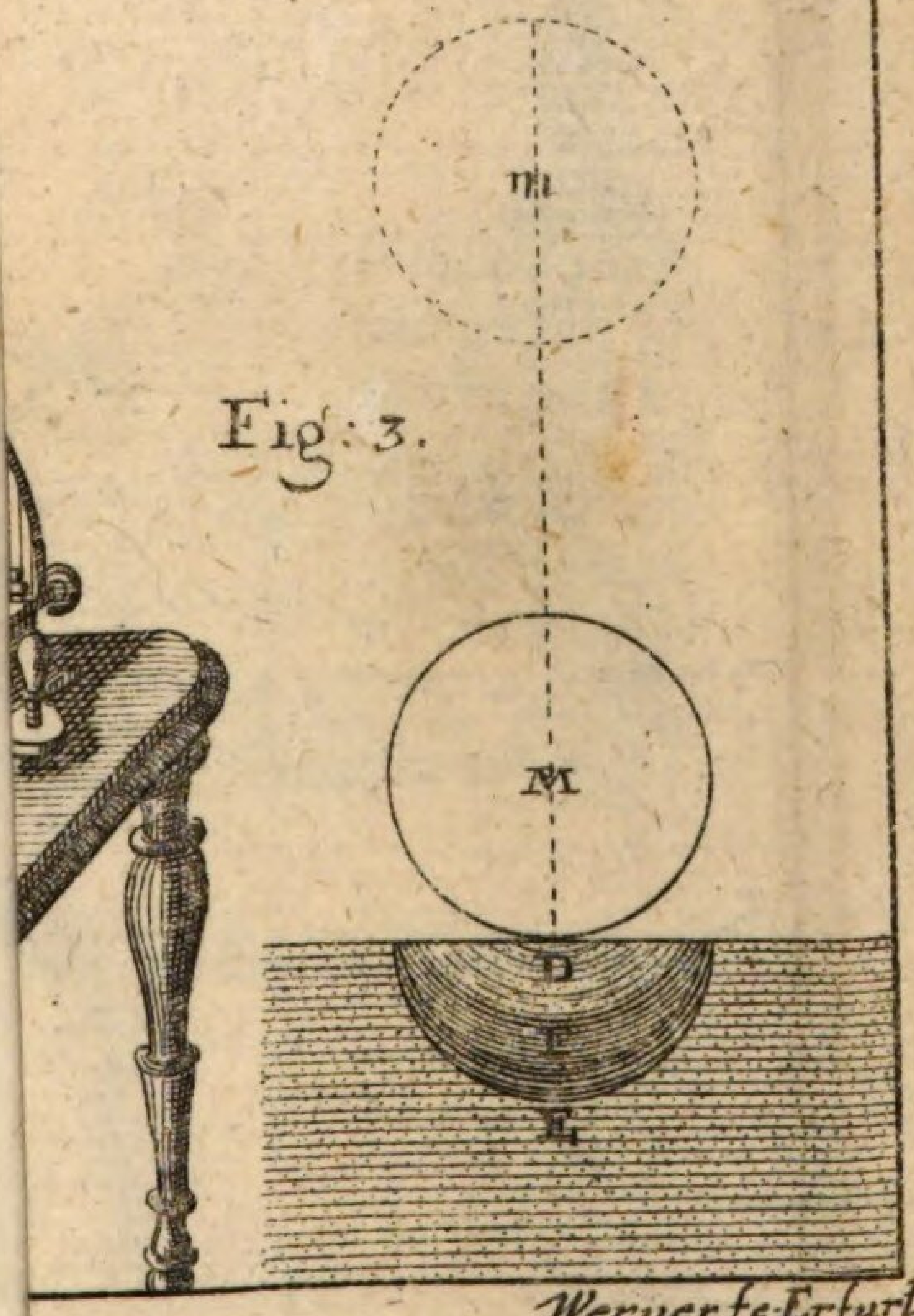
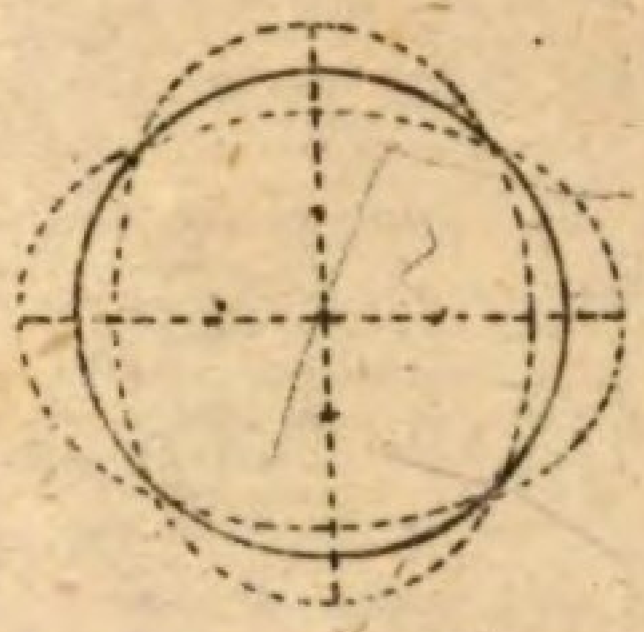
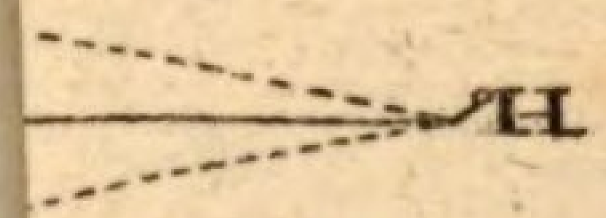


Fig: 3.

Werner fe. Erfurt.

Fig: 2.





g: 3.

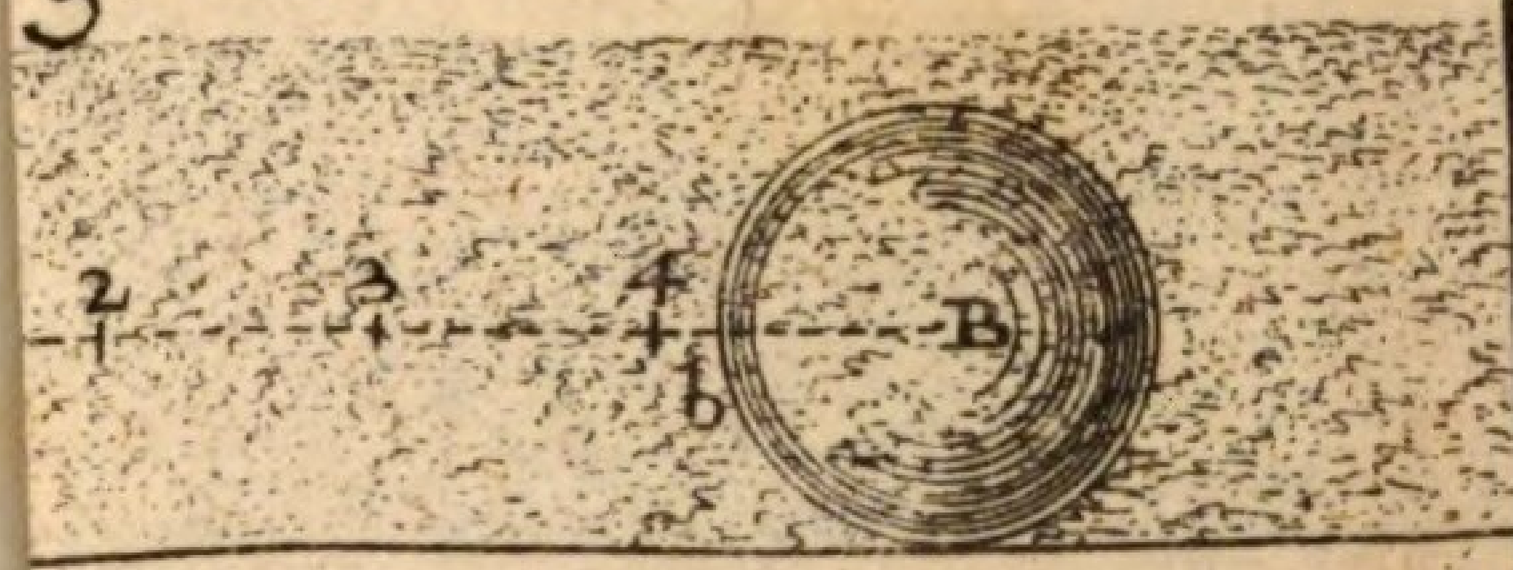


Fig. 5.

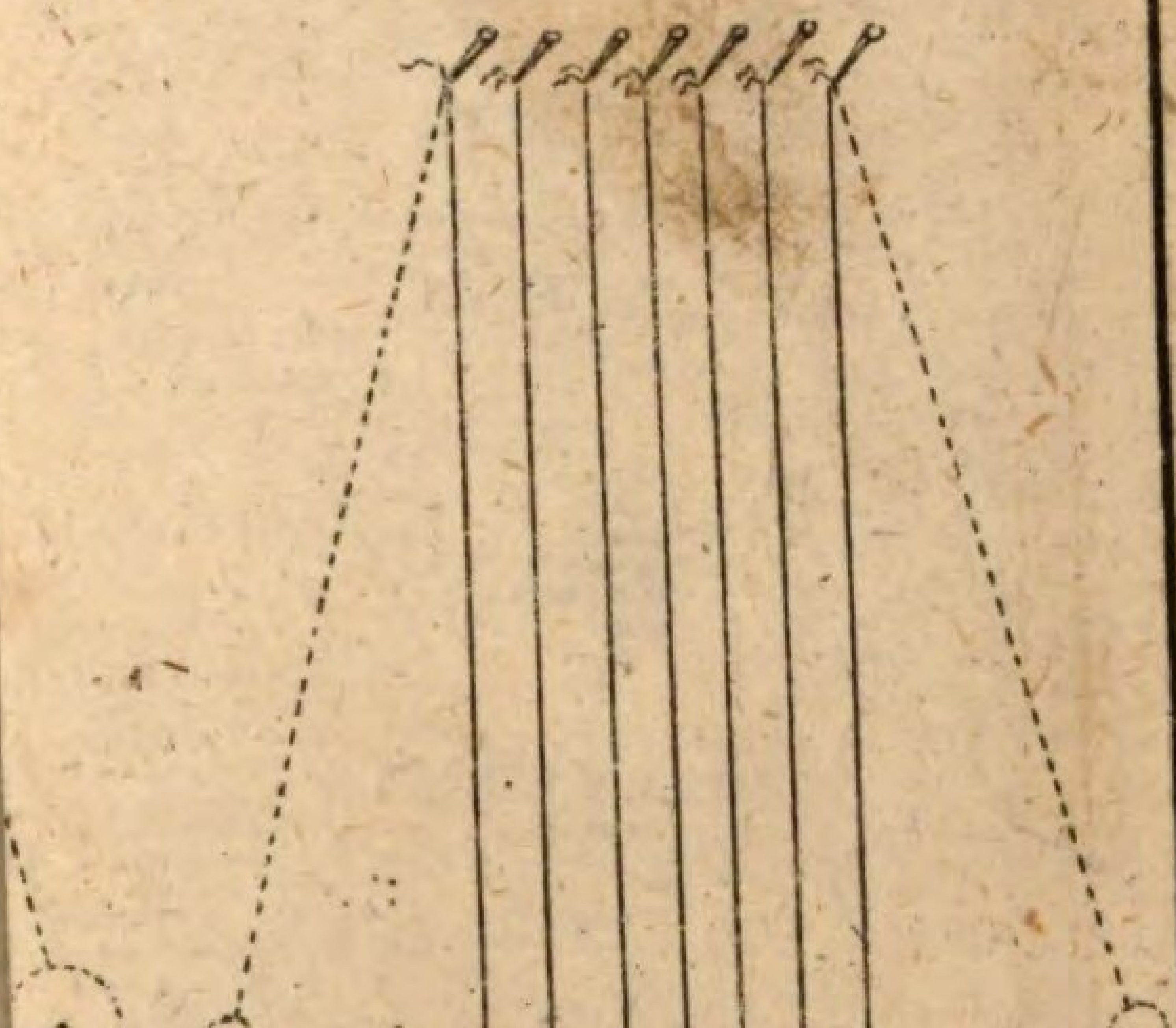


Fig: 2.

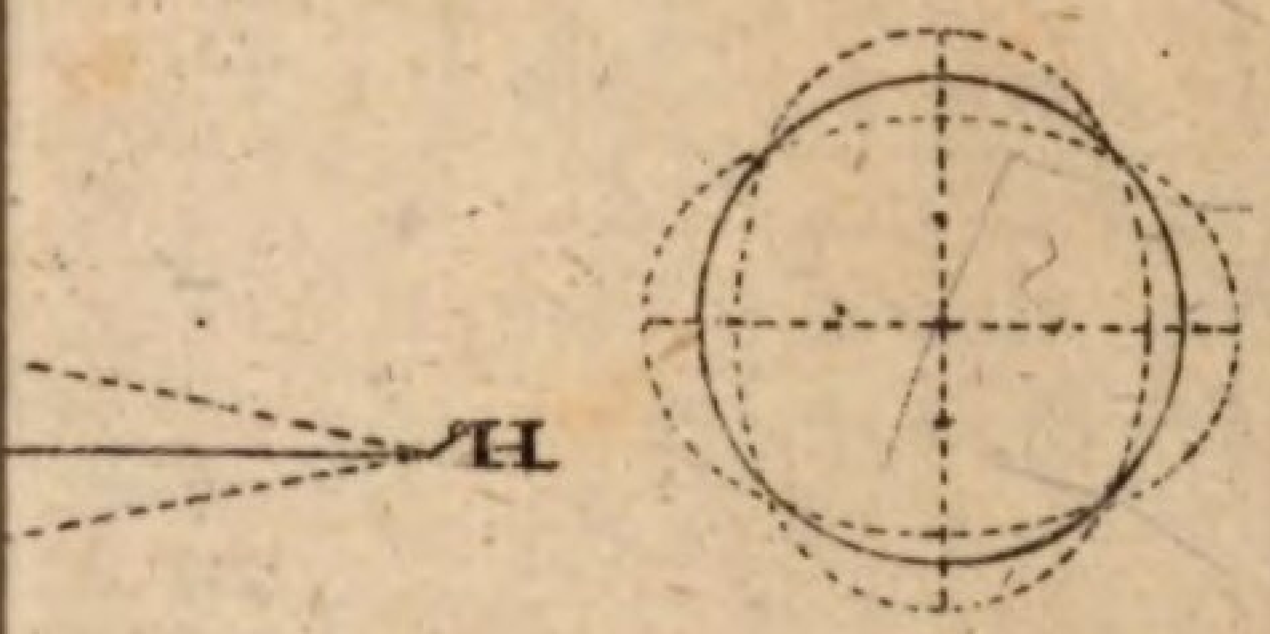


Fig: 3.

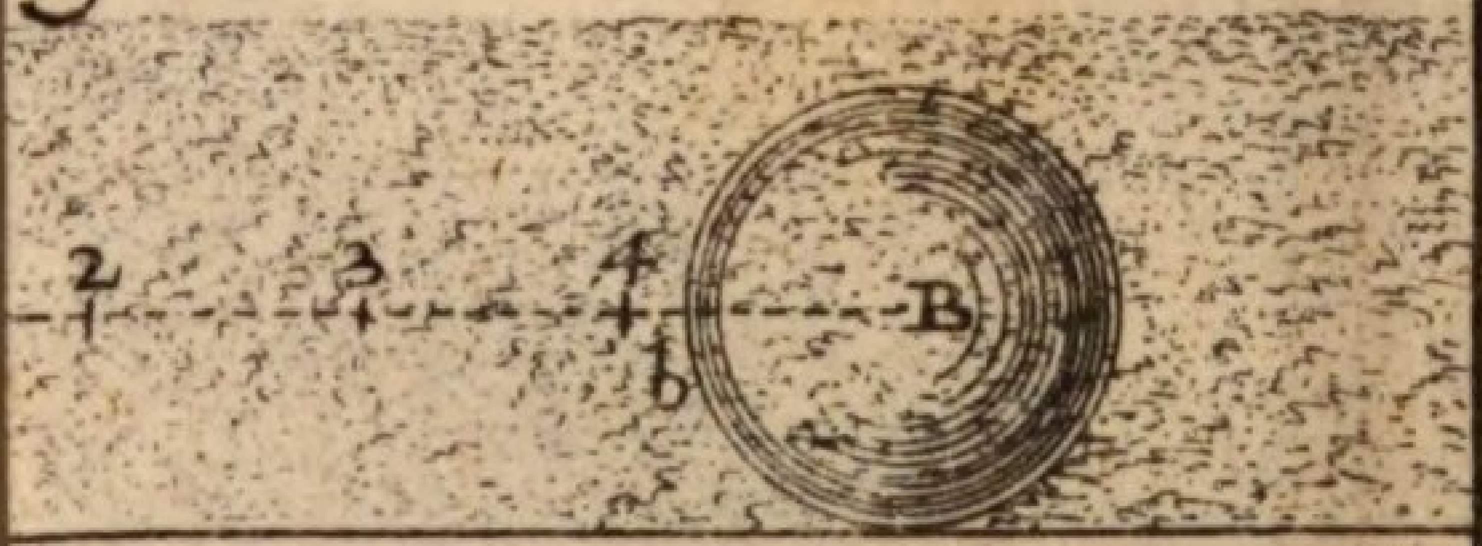
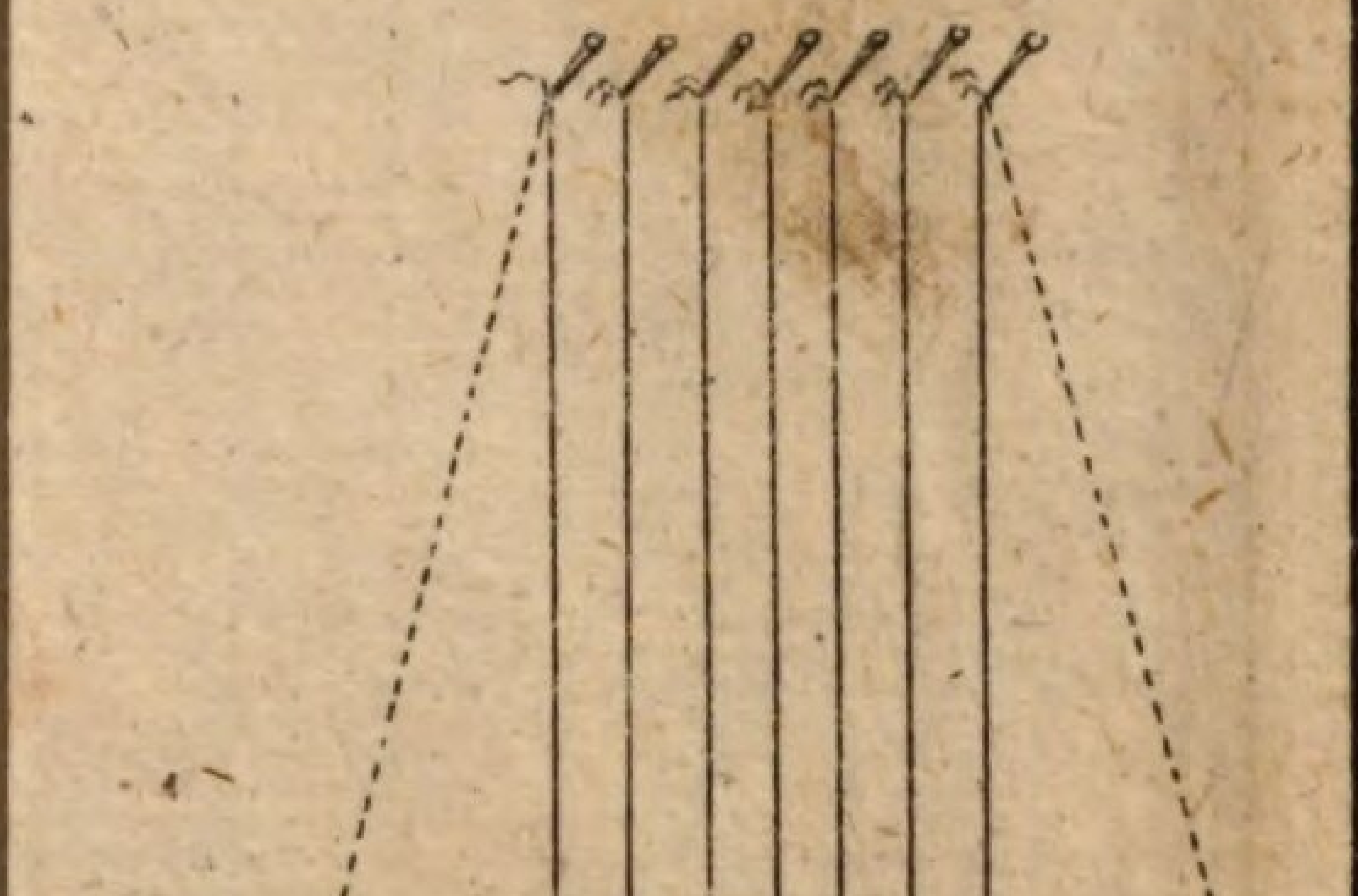
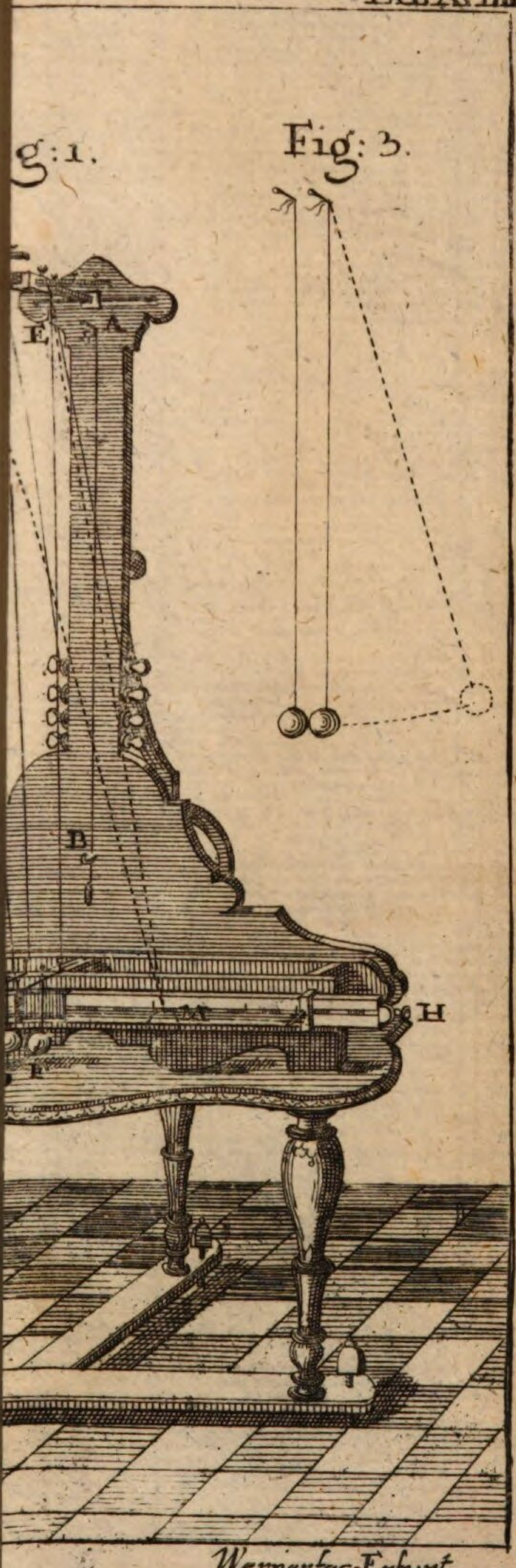


Fig. 5.





Wernerfec: Erfurt.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Nollet, Jean Antoine,

Herrn Abts J. A. Nollet, der königl. Akademie der Wissenschaften zu Paris, der königl. Societät zu London und des Instituti zu Bologna u.a Mitgliedes, der Naturlehre und Naturgeschichte Hoflehrers für die königl. Prinzen, und der Experimental Physik öffentlichen Lehrers im navarrischen Collegio. Vorlesungen der durch Versuche bestätigten Natur-Lehre aus dem Franzö
Bd.: 1

Erfurt (1773)

Phys.g. 332-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131718-8
VD18 90043626